Ausgabe. 5 · www.chrisphotos.at

RAILS

Das kostenlose Magazin für den Eisenbahn-Fan



Das kostenlose Magazin für den Eisenbahnfreund.

Exklusiv zum Downloaden auf...



Sehr geehrte Leser und Leserinnen!

Willkommen zu unserem PDF-Magazin „RAILS“. Wir möchten an dieser Stelle darauf hinweisen, daß wir uns keinesfalls als Konkurrenz zu Fachmagazinen wie „Modellbahnwelt“ oder „Eisenbahnkurier“ betrachten – auch möchten wir uns keinesfalls als Fachmagazin oder Fachzeitschrift bezeichnen. Es handelt sich bei unserem PDF-Magazin vielmehr um ein Fan-Projekt, welches in erster Linie dem Informationsaustausch dienen soll.

Da wir dieses Projekt in unserer Freizeit betreiben, bitten wir auch um Verständnis darum, dass wir dieses PDF-Magazin nicht periodisch erscheinen lassen können – wir sind aber zumindest bemüht eine Ausgabe pro Quartal anzubieten. Des Weiteren bitten wir um Verständnis, dass wir keine Garantie für die Richtigkeit der gemachten Angaben übernehmen können.

Wir danken für Ihr Verständnis!

Titelbild: © 2013 Christian Stadler – MOROP Logo © by MOROP

Vertrieb: exklusiv über die Internetseite „Chris & Lenka's Bahnfotos“ (www.chrisphotos.at) als kostenloser Download

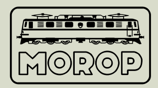
Offenlegung gemäß §25 Mediengesetz: gratis PDF-Magazin mit der grundlegenden Richtung Eisenbahn und Modellbahn

Anzeigenannahme: admin@chrisphotos.at

Gesamtleitung: Christian Stadler

NEM-Norm - Jänner 2013

Immer wieder wird über die Sinnhaftigkeit der NEM-Norm bei Modellbahnen diskutiert. Profi-Modellbahner kritisieren die Norm, da dabei natürlich Abstriche in Sachen Maßstäblichkeit gemacht werden um eine maximale Betriebssicherheit zu gewährleisten. Hobby-Modellbahner und Modellbahn-Spieler wissen oft nicht einmal, daß es die NEM-Norm gibt – geschweige denn, welchen Zweck sie verfolgt. Hier haben Sie nun die Möglichkeit, sich auf den folgenden 357 Seiten davon zu überzeugen, daß es bei der Norm nicht nur um digitale Schnittstellen, Kupplungsaufnahmen und Spurkränze geht. Es steckt mehr dahinter – weit mehr sogar. Niemand aus unserer Redaktion hat je sämtliche Normblätter gelesen und natürlich erwartet das auch niemand von Ihnen. Diese Ausgabe von RAILS soll Ihnen lediglich die Möglichkeit geben einen Blick auf die gesammelten Blätter zu werfen.



An dieser Stelle ein ganz großes Dankeschön an den MOROP,
ohne dessen Normen und Empfehlungen der Einstieg in das Modellbahn-Hobby um ein Vielfaches schwieriger wäre.

N = Verbindliche Norm, E = Empfehlung, D = Dokumentation

NEM mit Länder-Kennzeichnen gelten nur für das betreffende Land

NEM 001	Einführung in die NEM	D	Ausgabe 1983
NEM 002	Ordnung für die Ausarbeitung von NEM	N	Ausgabe 2010
NEM 002	Ordnung für die Ausarbeitung von NEM – Layoutvorschriften		Ausgabe 2010
NEM 003	Reglement über den Vertrieb der in Kraft gesetzten NEM	D	Ausgabe 2010
NEM 004	MOROP-Siegel	N	Ausgabe 2010
Beiblatt 1 zu NEM 004 MOROP-Siegel		N	Ausgabe 2010
Beiblatt 2 zu NEM 004 MOROP-Siegel		N	Ausgabe 2010
NEM 006	Symbole für Merkmale der Modellfahrzeuge	E	Ausgabe 2010
NEM 010	Maßstäbe, Nenngrößen, Spurweiten	N	Ausgabe 2011
NEM 102	Umgrenzung des lichten Raumes bei gerader Gleisführung	N	Ausgabe 2003
NEM 103	Umgrenzung des lichten Raumes bei Gleisführung im Bogen	N	Ausgabe 2004
Beiblatt 1 zu NEM 102/103 Profillehre für Nenngröße H0		D	Ausgabe 1984
NEM 104	Umgrenzung des lichten Raumes bei Schmalspurbahnen	E	Ausgabe 2007
NEM 105	Tunnelprofile für Normalspurbahnen	E	Ausgabe 1987
NEM 110	Gleise und Weichen - Spurführungs-Maße	N	Ausgabe 2011
NEM 110G	Gleise und Weichen für Groß- und Gartenbahnen - Spurführungs-Maße	N	Ausgabe 2011
NEM 111	Kleinste Bogenradien	E	Ausgabe 1989
NEM 112	Gleisabstände	E	Ausgabe 2004
NEM 113	Übergangsbogen	E	Ausgabe 2007
NEM 114	Überhöhung im Gleisbogen	E	Ausgabe 2007
NEM 120	Schienenprofile und -laschen	E	Ausgabe 2010
NEM 121	**Zahnradbahnen**	**E**	**Ausgabe 2012**
NEM 122	Querschnitt des Bahnkörpers für Normalspurbahnen	E	Ausgabe 2007
NEM 123	Querschnitt des Bahnkörpers für Schmalspurbahnen	E	Ausgabe 2005
NEM 124	Weichen und Kreuzungen mit festen einfachen Herzstücken	N	Ausgabe 2010
NEM 127	Feste Doppelherzstücke gerader Kreuzungen	N	Ausgabe 2010
NEM 201	Fahrdrahtlage	N	Ausgabe 2005
NEM 202	Stromabnehmer bei Oberleitungsbetrieb	N	Ausgabe 2005
NEM 301	Begrenzung der Fahrzeuge	N	Ausgabe 2003
NEM 302	Wagenmasse	E	Ausgabe 2007
NEM 303	Puffer	N	Ausgabe 2006
NEM 304	Übergangseinrichtungen - Faltenbalg, Gummiwulst	E	Ausgabe 2009
NEM 306	Wagenlaufschilder - Aufhängung	E	Ausgabe 2007
NEM 310	Radsätze - Spurführungs-Maße	N	Ausgabe 2009
NEM 310G	Radsätze für Groß- und Gartenbahnen - Spurführungs-Maße	N	Ausgabe 2010
Beiblatt 0 zu NEM 110/310/311 Grundsätze der Spurführung in Herzstücken		D	Ausgabe 2009
Beiblatt 2 zu NEM 110/310 Lehre für Radsatz und Gleis der Spurweite 9 mm		D	Ausgabe 2009
Beiblatt 3 zu NEM 110/310 Lehre für Radsatz und Gleis der Spurweite 12 mm		D	Ausgabe 2009
Beiblatt 4 zu NEM 110/310 Lehre für Radsatz und Gleis der Spurweite 16,5 mm		D	Ausgabe 2009
Beiblatt 6 zu NEM 110/310 Lehre für Radsatz und Gleis der Spurweite 32 mm		D	Ausgabe 2009
NEM 311	Radreifenprofile	E	Ausgabe 2009
NEM 311G	Radreifenprofile für Groß- und Gartenbahnen	E	Ausgabe 2010
NEM 313	Wagenradsatz für Zapfenlager	E	Ausgabe 2009
NEM 314	**Wagenradsatz für Spitzenlager (30092012)**	**E**	**Ausgabe 2006**
NEM 340	Radsatz und Gleis für besondere Systeme	D	Ausgabe 2008
NEM 351	Kupplungen - Allgemeines, Bezeichnungen	D	Ausgabe 1994
NEM 352	Führungen für Kurzkupplungen	E	Ausgabe 1986
NEM 355	Aufnahme für austauschbare Kupplungsköpfe in Nenngröße N	E	Ausgabe 1994

NEM 356	Kupplungskopf für Nenngröße N	N	Ausgabe 1994
NEM 357	Ansatz am Kupplungskopf für Nenngröße N	E	Ausgabe 1994
NEM 358	Aufnahme für austauschbare Kupplungsköpfe in Nenngröße TT	E	Ausgabe 1997
NEM 359	Kupplungskopf für Nenngröße TT	E	Ausgabe 2007
NEM 360	Standardkupplung für Nenngröße H0	N	Ausgabe 1994
NEM 362	Aufnahme für austauschbare Kupplungsköpfe	N	Ausgabe 2004
NEM 363	Aufnahme für austauschbare Kupplungsköpfe in Nenngröße H0, bei beengten Einbauverhältnissen	N	Ausgabe 2010
NEM 365	Kupplungskopf für Nenngröße 0	E	Ausgabe 2007
NEM 370	Zughakenschaft-Öffnung für vorbildgetreue Schrauben-Kupplung	N	Ausgabe 2000
NEM 380	Befestigungselemente für Container und Wechselaufbauten	E	Ausgabe 2000
NEM 600	Modellbahnsteuerungen – Begriffssystematik, Oberbegriffe	D	Ausgabe 2007
NEM 601	Modellbahnsteuerungen – Systeme, Grundsätze, Strukturen	E	Ausgabe 2006
NEM 602	Modellbahnsteuerungen – Symbole, Schaltzeichen, Kennbuchstaben	E	Ausgabe 2007
NEM 603	Steuersignale – Definitionen, Kennbuchstaben	E	Ausgabe 2007
NEM 604	**Leitungen – Querschnitte, Leiterlängen**	**E**	**Ausgabe 2012**
NEM 605	**Leitungen – Kennfarben**	**E**	**Ausgabe 2012**
NEM 606	**Modellbahnsteuerungen - Anforderungen**	**E**	**Ausgabe 2012**
NEM 607	**Zugbus - Anforderungen**	**E**	**Ausgabe 2012**
NEM 609	Richtlinien zur elektrischen Sicherheit bei Modellbahnausstellungen	E	Ausgabe 2010
	Beiblatt zu NEM 609 Richtlinien zur elektrischen Sicherheit bei Modellbahnausstellungen, Checkliste	E	Ausgabe 2010
Beiblatt A	zu NEM 609 für Österreich	D	Ausgabe 1999
Beiblatt CH	zu NEM 609 für die Schweiz	D	Ausgabe 2011
Beiblatt D	zu NEM 609 für Deutschland	D	Ausgabe 1999
NEM 611	Elektrische Speisung der ortsfesten Einrichtungen	N	Ausgabe 1982
NEM 620	Stromabnahme des Fahrzeuges und Stromzuführung	D	Ausgabe 1983
NEM 621	Stromzuführung bei Zweischienen-Triebfahrzeugen mit und ohne Oberleitung	N	Ausgabe 1981
NEM 624	Elektrische Kennwerte - Radsatz	N	Ausgabe 1997
NEM 625	Elektrische Kennwerte - Radsatz und Gleis	E	Ausgabe 1997
NEM 630	Gleichstromzugförderung - Elektrische Kennwerte	N	Ausgabe 1982
NEM 631	Gleichstromzugförderung - Lauf- und Verkehrsrichtung beim Zweischienensystem	N	Ausgabe 1985
NEM 640	Wechselstromzugförderung - Elektrische Kennwerte	N	Ausgabe 1988
NEM 645	Wechselstromfahrbetrieb mit Mittelleiter	N	Ausgabe 1990
NEM 650	Elektrische Schnittstelle für Modellfahrzeuge	E	Ausgabe 2007
NEM 651	Elektrische Schnittstelle - Ausführung Klein (S)	E	Ausgabe 2007
NEM 652	Elektrische Schnittstelle - Ausführung Mittel (M)	E	Ausgabe 2007
NEM 654	Elektrische Schnittstelle - Ausführung Groß (L)	E	Ausgabe 2007
NEM 655	Elektrische Schnittstelle - Kupplungsaufnahme, innere Anordnung	E	Ausgabe 2003
NEM 656	Elektrische Schnittstelle - Kupplungsaufnahme, äußere Anordnung	E	Ausgabe 2007
NEM 657	Elektrische Standardschnittstelle Modellbahnzubehör	E	Ausgabe 2001
NEM 658	**Elektrische Schnittstelle Standard PluX 8 / 12 / 16 / 22**	**E**	**Ausgabe 2012**
NEM 659	Erweiterte Schnittstelle für Fahrzeuge	E	Ausgabe 2008
NEM 660	**Elektrische Schnittstelle 21 MTC**	**E**	**Ausgabe 2012**
NEM 661	Höchstgeschwindigkeit der Modelltriebfahrzeuge	E	Ausgabe 2011
NEM 662	**Elektrische Schnittstelle Next 18**	**E**	**Ausgabe 2012**
NEM 670	Digitales Steuersignal DCC - Bitdarstellung	N	Ausgabe 2007
NEM 671	Digitales Steuersignal DCC - Basis-Datenpakete	N	Ausgabe 2007
NEM 680	Digitales Steuersignal SX - Bitdarstellung	D	Ausgabe 2006
NEM 681	Digitales Steuersignal SX - Basis-Datenpakete	D	Ausgabe 2007
NEM 690	**Elektrische Schnittstelle für Steuermodule**	**E**	**Ausgabe 2012**
NEM 691	**Steuermodul Weiche**	**E**	**Ausgabe 2012**
NEM 692	**Steuermodul Signal**	**E**	**Ausgabe 2012**
NEM 693	**Treiber für Steuermodule**	**E**	**Ausgabe 2012**
NEM 694	**Bus-Protokolle für Steuermodule**	**E**	**Ausgabe 2012**

NEM 800	Eisenbahn-Epochen	N	Ausgabe 2007
NEM 801 A	Eisenbahn-Epochen in Österreich	E	Ausgabe 2008
NEM 802 B	Eisenbahn-Epochen in Belgien	E	Ausgabe 2003
NEM 803 BG	Eisenbahn-Epochen in Bulgarien	D	Ausgabe 1992
NEM 804 CH	Eisenbahn-Epochen in der Schweiz	E	Ausgabe 2009
NEM 805 CZ	Eisenbahn-Epochen in der Tschechischen Republik	D	Ausgabe 1998
NEM 806 D	Eisenbahn-Epochen in Deutschland	E	Ausgabe 2008
NEM 808 DK	Eisenbahn-Epochen in Dänemark	D	Ausgabe 1996
NEM 809 E	Eisenbahn-Epochen in Spanien	E	Ausgabe 2010
NEM 810 F	Eisenbahn-Epochen in Frankreich	E	Ausgabe 2010
NEM 813 H	Eisenbahn-Epochen in Ungarn	E	Ausgabe 2007
NEM 814 I	**Eisenbahn-Epochen in Italien**	**E**	**Ausgabe 2012**
NEM 818 NL	Eisenbahn-Epochen in den Niederlanden	E	Ausgabe 2009
NEM 825 PL	Eisenbahn-Epochen in Polen	E	Ausgabe 2007
NEM 900	Anlagen-Module - Allgemeines	E	Ausgabe 2008
NEM 908 D	Elektrische Schnittstelle für Module	E	Ausgabe 1997
NEM 909 D	Adapter-Modul - Nur gültig für Deutschland	E	Ausgabe 2008
NEM 913 F	Anlagen-Module in Nenngröße N - AFAN	D	Ausgabe 2009
NEM 916 F	Anlagen-Module in Nenngröße Nm - AFAN & GEMME	D	Ausgabe 2009
NEM 933/1 CH	Anlagen-Module - SWISSMODUL / Spur H0	D	Ausgabe 1998
NEM 933/2 CH	Anlagen-Module - MAS 60 / Spur H0	D	Ausgabe 1992
NEM 943 F	Anlagen-Module Nenngröße H0 - FFMF „Classic“	D	Ausgabe 2010
NEM 961 D	Anlagen-Module Nenngröße 0	D	Ausgabe 2009
NEM 962 F	Anlagen-Module Nenngröße 0 - CDZ	D	Ausgabe 2010
NEM 981 D	Anlagen-Module Nenngröße II	D	Ausgabe 2008

1. Entstehung der Normen

Die Erzeugnisse der bedeutenden europäischen Modellbahn-Hersteller unterschieden sich früher aus entwicklungsgeschichtlichen Gründen in vielerlei Hinsicht. Dies war so lange kein besonderer Nachteil, wie jede Firma ein komplettes Sortiment für den Aufbau einer Modellbahnanlage anbot. Aus Konkurrenzgründen war die Industrie daher auch nicht an einer Vereinheitlichung interessiert.

Mit der Ausbreitung des Modellbahnwesens nach 1950 entstanden eine Reihe Betriebe, die Fahrzeuge, Gleismaterial und anderes Zubehör oder Bauteile auf den Markt brachten. Die fehlende Einheitlichkeit in Baugröße, Spurweite, Stromsystem, Kupplungssystem, Gleis- und Radsatzabmessungen machte sich jetzt sehr nachteilig bemerkbar. Die inzwischen gegründeten nationalen Verbände der Modelleisenbahnfreunde schlossen sich daher 1954 zum Verband MOROP zusammen (zunächst „Verband der Modelleisenbahner Europas", später erweitert zum „Verband der Modelleisenbahner und Eisenbahnfreunde Europas"). Wichtigstes Ziel des Verbandes ist die Ausarbeitung von „Normen Europäischer Modellbahnen (NEM)". Mit dieser Aufgabe wurde der „Technische Ausschuss" des MOROP betraut, der durch Ergänzung und Revision das Normenwerk ständig dem Entwicklungsstand der Modellbahntechnik anpasst.

2. Theoretische Grundlagen der NEM

Nach Gründung des MOROP wurden in kurzer Zeit die wichtigsten Normen für Maßstäbe, Nenngrößen, Gleis- und Radsatzabmessungen, elektrische Ausrüstung u. a. aufgestellt. Hierbei konnte man teilweise auf Vorarbeiten zurückgreifen, die von einigen nationalen Verbänden, z. B. dem Verband Deutscher Modell-Eisenbahn-Clubs (MONO -Normen) und den später im Deutschen Modelleisenbahn-Verband der DDR zusammengeschlossenen Arbeitsgemeinschaften (NORMAT - Normen) geleistet wurden. Außerdem hat man bestehende Normen, z. B. die amerikanischen NMRA und die britischen BRMSB, ausgewertet. Es zeigte sich jedoch, dass diese rein empirisch entstanden waren und in den einzelnen Spurweiten unterschiedliche Bedingungen für die einheitliche Beziehung zwischen Betriebssicherheit und relativer Vergrößerung von Rad und Schiene aufwiesen. Im übrigen berücksichtigten sie nicht die besonderen Merkmale der Eisenbahnen des europäischen Kontinents.

Man entwickelte deshalb ein Diagramm im doppeltlogarithmischen System mit den Werten der Proportion als Ordinate und der Spurweite als Abszisse (s. Abb. 1), in dem die Verkleinerungsmaßstäbe als gerade Linie erscheinen. Während der „Grundmaßstab" (GM) aus dem Verhältnis Modellspurweite zu Regelspurweite berechnet wurde, gab es für bestimmte Bauteile „Sondermaßstäbe". Diese betrafen insbesondere solche Bauteile, die aus Sicherheits- oder anderen Gründen gegenüber dem Grundmaßstab mit abnehmender Nenngröße relativ größer gestaltet werden mussten; dazu zählen vor allem Radbreiten und Schienen (SM 1) sowie Spurkränze (SM 2). Ein zum optischen Ausgleich der relativ größeren Fahrgestellbreite aufgeführter „Sondermaßstab 3" für Fahrzeugaufbauten fand früher bei einigen H0-Bahn-Herstellern Anwendung, hat heute aber nur noch für Nenngröße 0 einige Bedeutung (M 1: 43,5).

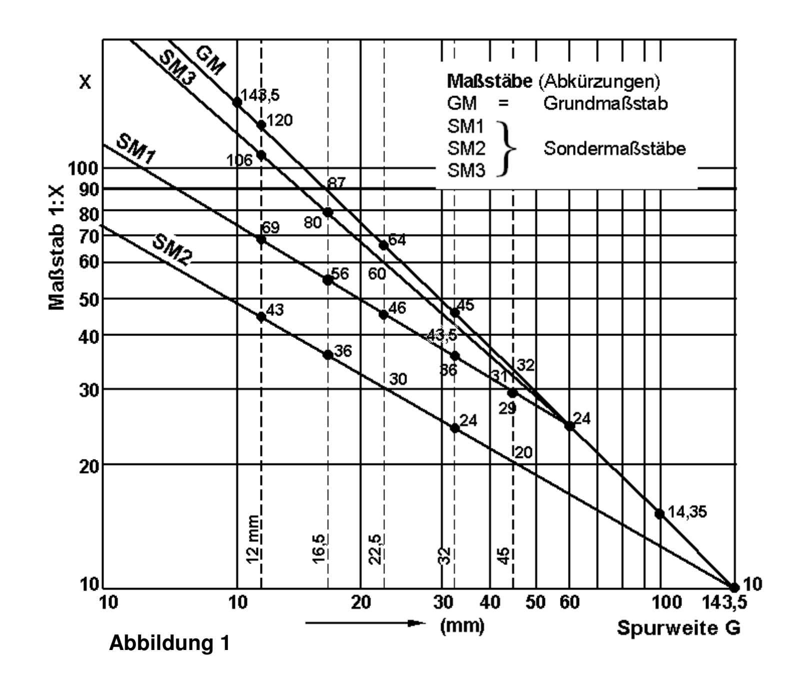


Abbildung 1

Die nach diesen Grundsätzen erarbeiteten und geordneten Modellbahn-Normen ergeben relativ gleiche Funktionsverhältnisse mit entsprechender Betriebssicherheit in allen Nenngrößen. Die Abmessungen der Funktionsteile wurden so gewählt, dass sowohl den Belangen der Modellbahner als auch den Bedingungen der industriellen Modellbahn- Produzenten entsprochen werden konnte. Den zunächst in die Norm aufgenommenen Nenngrößen I, 0, S, H0 und TT folgten später die Nenngrößen N und Z.

3. Aufbau und Weiterentwicklung der NEM

Nach zwei Jahrzehnten ergab sich die Notwendigkeit, die bestehenden Normen zu überprüfen und den fortentwickelten technischen Möglichkeiten industrieller Fertigung anzupassen. Hierbei behielt man das bewährte Prinzip des Maßstabdiagramms bei, gab jedoch die strenge Zuordnung zu den aufgeführten Sondermaßstäben auf, um spezielle Besonderheiten besser berücksichtigen zu können.

Soweit möglich, wurde eine Übereinstimmung mit den ebenfalls weiterentwickelten NMRA angestrebt. Insbesondere wurde das neue System übernommen, anstelle bestimmter Maß- und Toleranzangaben die Maße weitgehend nur noch mit ihrem Maximum oder Minimum festzulegen. Hierdurch hat der Modellbauer die Möglichkeit, einzelne Funktionsteile (z. B. die Spurkranzhöhe) noch maßstäblicher zu gestalten, ohne dass die Betriebssicherheit beeinträchtigt wird.

Die Revision hatte außerdem zur Folge, dass zwischen „Verbindlichen Normen” und „Empfehlungen” unterschieden wird. Erstere müssen aus Gründen der Funktionssicherheit unbedingt eingehalten werden. Bei Empfehlungen hingegen handelt es sich entweder um Maßvorgaben, deren Einhaltung des optischen Eindrucks wegen oder aus anderen Gründen angeraten erscheint, oder aber um Hilfsmittel für Planung und Bau von Fahrzeugen und Modellbahnanlagen. Als dritte Kategorie wurden 1981 „Dokumentationen” aufgenommen, deren Aufgabe es ist, Arbeitsanleitungen, Übersichten usw. zu vermitteln.

Auf einigen Gebieten konnte noch keine zufriedenstellende Normung erzielt werden, weil unterschiedliche industrielle Entwicklungen eine Anpassung bisher nicht erlaubten. Dies betrifft vor allem die verschiedenen Kupplungssysteme bei einigen Nenngrößen. Die künftige Aufgabe des “Technischen Ausschusses” wird sein, diese Lücken in der Normung zu schließen und darüber hinaus insbesondere durch Erweiterung der Kategorie “Dokumentationen” dem Modellbahner leicht verständliche Hilfsmittel zum Bau und Betrieb von Eisenbahnmodellen anzubieten.



Normen Europäischer Modellbahnen

Ordnung für die Ausarbeitung von Normen Europäischer Modellbahnen NEM Layout-Vorschriften

Beiblatt zu NEM 002

1 Seite

Ausgabe 2010

1. Kennzeichnung der Dokumente

1.1 Status des Dokumentes

Der Status des Dokumentes (Vorschlag, Vorentwurf, Entwurf) ist oben rechts, unterhalb des Kopfes mit dem Erstellungsdatum (Monat/Jahr) sowie dem Namen des Bearbeiters zu kennzeichnen, bei Revisionsentwürfen bestehender NEM unterhalb des Ausgabejahrs.

1.2 Dateinamen

Das Dokument ist wie folgt zu benennen:

NEM	xxx	_	D	E	yymmdd	zzz
			Sprache D Deutsch F Französisch E Englisch	Status P Vorschlag E Entwurf R Revision	Datum von hinten nach vorn	Autor (Familienname)

1.3 Kennzeichnung von Änderungen

Änderungen gegenüber der letzten vorangegangenen Version, bei Revision einer bestehenden Norm der gültigen Ausgabe, sind durch eine andere Schriftfarbe (in der Regel rot) zu markieren, vorzugsweise im Status „Änderungen hervorheben".

2. Formatierung

2.1 Vorschläge, Vorentwürfe und Entwürfe

Vorschläge, Vorentwürfe und Entwürfe sind **ohne automatische Formatierungen** wie folgt zu erstellen:

Formatvorlage Standard
Schriftart Arial
Schriftgrad 11
linksbündig

Absätze mit Leerzeilen trennen
Keine Silbentrennung
Seitenzahl unten rechts

2.2 Definitive Dokumente

Die Formatierung der definitiven Dokumente wird vom Sekretär der TK vorgenommen.



Ordnung für die Ausarbeitung von Normen Europäischer Modellbahnen NEM

Verbindliche Norm **Ausgabe 2010**
Ersetzt Ausgabe 2003

1. Normen Europäischer Modellbahnen (NEM)

NEM bestehen aus:
- Verbindlichen Normen,
- Empfehlungen und
- Dokumentationen.

Ergänzend können allgemeine oder nationale Besonderheiten in allgemeinen oder nationalen Beiblättern den NEM hinzugefügt werden.
Vorschläge, Vorentwürfe und Entwürfe sind Stufen der Vorbereitung für NEM.

2. Verbindliche Normen

Verbindliche Normen sind insgesamt verbindlich oder enthalten verbindliche Festlegungen. Sie haben das Ziel, einen funktionssicheren und weitgehend vorbildgerechten Betrieb auf Modellbahnanlagen zu garantieren und dabei die Kompatibilität der Erzeugnisse verschiedener Hersteller zu ermöglichen.
Erzeugnisse dürfen als der jeweiligen NEM entsprechend bezeichnet werden, wenn sie keine Abweichungen von der verbindlichen NEM aufweisen oder durch einfache Austauschmontage der verbindlichen NEM entsprechend ausgerüstet werden können (z. B. gemäß NEM 362).

3. Empfehlungen

Empfehlungen sind nicht verbindlich. Sie enthalten Ratschläge mit den Zielen, eine große Annäherung der Modelle an das Vorbild zu erreichen, die Austauschbarkeit von Teilen zu gewährleisten oder gewisse Funktionen zu ermöglichen.

4. Dokumentationen

Dokumentationen enthalten Regelungen, Zusammenstellungen, Übersichten, Arbeitsanleitungen, Meßmethoden oder ähnliches.

5. Vorschläge

Vorschläge für Normen können von der Leitung der Technischen Kommission (TK) oder den Mitgliedsverbänden des MOROP in deutscher oder französischer Sprache, in der Regel in elektronischer Form, vorgelegt werden. Vorschläge von Vereinen, Arbeitsgemeinschaften, Beratern der TK oder anderen Einzelpersonen sind über den jeweiligen Ländervertreter oder - sofern keine Ländervertretung in der TK besteht - beim Sekretär der TK einzureichen. Nach Prüfung werden sie dem Leiter der TK übergeben, der ihre Behandlung auf die Tagesordnung der nächsten Beratung setzt. Die Beratungen finden in der Regel zweimal jährlich statt.

Der Leiter der TK stellt den Vorschlag vor. Nach Beratung entscheiden die stimmberechtigten Mitglieder der TK über die Annahme. Bei Annahme des Vorschlags bestellt der Leiter einen Bearbeiter für die Aufstellung eines Vorentwurfs. Der Bearbeiter kann weitere Mitarbeiter hinzuziehen. Nach Möglichkeit soll sowohl die deutsche als auch die französische Sprachgruppe vertreten sein. Revisionsanträge für NEM werden wie Vorschläge behandelt.

6. Vorentwürfe

Der Bearbeiter legt dem Leiter der TK den Vorentwurf so rechtzeitig vor, dass er den stimmberechtigten Mitgliedern spätestens vier Wochen vor der nächsten Beratung in der jeweiligen Sprache (deutsch oder französisch) zugestellt werden kann.

Die TK berät den Vorentwurf und fasst den Beschluss über einen Entwurf. Sie bestimmt auf Vorschlag des Leiters der TK die Klassifikationsnummer.

7. Entwürfe

Der Entwurf hat in der Form der endgültigen Norm zu entsprechen, ausgenommen das MOROP-Signet im Kopf, welches durch den Schriftzug „MOROP" in Versalien ersetzt wird, und soll inhaltlich so abgefasst sein, dass nur noch geringfügige Änderungen zu erwarten sind.

8. Stellungnahme und Einsprüche

Der Entwurf wird den Verbänden, und entsprechend seiner Bedeutung der Modellbahnindustrie und allenfalls weiteren Interessierten (Presse, Einzelpersonen u. a.) zur Stellungnahme unterbreitet.
Einsprüche sind innerhalb sechs Wochen schriftlich dem Leiter der TK einzureichen.
Die TK entscheidet über die Annahme oder die Ablehnung der Einsprüche.

9. Verabschiedung

Für die Verabschiedung des Entwurfs als Norm ist eine Zweidrittelmehrheit der anwesenden stimmberechtigten Mitglieder erforderlich.

10. Inkraftsetzung

Der verabschiedete Entwurf wird der Delegiertenversammlung des MOROP in deutscher und französischer Sprache zur Inkraftsetzung als Norm vorgelegt. Eventuelle Gegenmeinungen von TK -Mitgliedern sind der Delegiertenversammlung mitzuteilen.

Der Präsident des MOROP kann von der Delegiertenversammlung ermächtigt werden, noch offene Fragen mit dem Leiter der TK zu klären und die Norm daraufhin in Kraft zu setzen.

Bei Ablehnung des verabschiedeten Entwurfs kann die Delegiertenversammlung die TK mit der Neubearbeitung beauftragen.

Nach Inkraftsetzung der Norm wird im Kopf der Schriftzug „MOROP" durch das LOGO ersetzt.

11. Veröffentlichung

Die Inkraftsetzung wird in *MOROP-Inform*, im Internet und in der Fachpresse bekannt gegeben.

Der Vertrieb ist in NEM 003 geregelt.

1. Grundsatz

Der Verband MOROP orientiert die Mitgliedsverbände laufend über den Stand der in Kraft stehenden NEM, indem er ihnen nach jeder Änderung die entsprechenden neuen Norm-Blätter zustellt.

Die Mitgliedsverbände sorgen für die Publikation und den Vertrieb der Normen in ihrem Gebiet.

Als Verbindungsmann zum MOROP benennt jeder Mitgliedsverband einen „Beauftragten für den Vertrieb der NEM"; wenn möglich soll der Vertreter des Mitgliedsverbandes in der „Technischen Kommission" des MOROP mit dieser Aufgabe betraut werden. Im Folgenden wird der Betreffende als „Beauftragter" bezeichnet.

2. Vertrieb MOROP - Mitgliedsverband

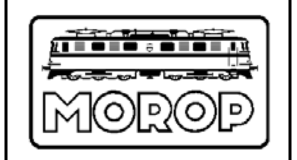
Der Präsident beschafft nach der Inkraftsetzung neuer Normen durch die Delegiertenversammlung bei den Sekretären der TK die bereinigten Unterlagen in beiden Verhandlungssprachen, überprüft die Endfassung und besorgt die Vervielfältigung.

Binnen 90 Tagen nach der Inkraftsetzung sendet der Präsident dem Beauftragten jedes Mitgliedsverbandes die bereinigten Normblätter samt einem aktualisierten Verzeichnis der geltenden Normen in deutsch- oder französischsprachiger Fassung zu. Auf Wunsch erhält der Verband beide Fassungen. Die Kosten gehen zu Lasten der MOROP-Kasse.

3. Vertrieb im Mitgliedsverband

Der Beauftragte im Mitgliedsverband sorgt für geeignete Publikation des Verzeichnisses und der neuen Normen. Er vervielfältigt und vertreibt sie an Interessenten aus dem Verbandsgebiet (ganze Sammlungen oder einzelne Normen). Die Kostenregelung ist Angelegenheit des Mitgliedsverbandes.

Von Mitgliedsverbänden erstellte Übersetzungen in andere Sprachen stellt der jeweilige Mitgliedsverband in einem Exemplar dem Präsidenten des MOROP zur Verfügung. Bei Übersetzungen ist auf die verbindliche deutsch- oder französischsprachige Norm zu verweisen.



Normen Europäischer Modellbahnen

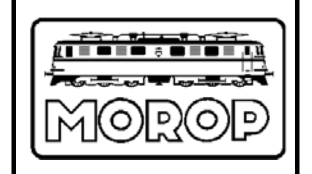
MOROP-Siegel

Beiblatt 1 zu NEM 004
1 Seite

Verbindliche Norm **Ausgabe 2010**
(ersetzt Ausgabe 2007)

Anzuwendende Normen

NEM	Titel	Rollmaterial		Gleis		Zubehör
	Stufe	I	II	I	II	
NEM 010	Maßstäbe, Nenngrößen, Spurweiten		x	x	x	x
NEM 102	Umgrenzung des lichten Raums bei gerader Gleisführung					x
NEM 103	Umgrenzung des lichten Raums bei Gleisführung im Bogen					x
NEM 110	Gleise und Weichen, Spurführungs-Maße			x	x	x
NEM 124	Weichen und Kreuzungen mit festen einfachen Herzstücken			x	x	
NEM 127	Feste Doppelherzstücke gerader Kreuzungen			x	x	
NEM 201	Fahrdrahtlage					x
NEM 202	Stromabnehmer bei Oberleitungsbetrieb	x	x			
NEM 301	Begrenzung der Fahrzeuge	x	x			
NEM 303	Puffer	x	x			
NEM 310	Radsätze – Spurführungs-Maße	x	x			
NEM 311	Radreifenprofile	x	x			
NEM 352	Führung für Kurzkupplungen, wenn eingebaut	x	x			
NEM 355	Aufnahme für austauschbare Kupplungsköpfe in Nenngröße N oder NEM 356	x	x			
NEM 356	Kupplungskopf für Nenngröße N oder NEM 355	x	x			
NEM 360	Standardkupplung für Nenngröße H0 oder NEM 362	x	x			
NEM 362	Aufnahme für austauschbare Kupplungsköpfe oder NEM 360	x	x			
NEM 380	Befestigungselemente für Container und Wechselaufbauten, wenn eingebaut	x	x			x
NEM 621	Stromzuführung bei Zweischienen-Trieb-Fahrzeugen mit und ohne Oberleitung	x	x			
NEM 624	Elektrische Kennwerte – Radsatz, wenn vorhanden	x	x			
NEM 630	Gleichstromzugförderung – Elektrische Kennwerte	x	x			
NEM 631	Gleichstromzugförderung, Lauf- und Verkehrsrichtung beim Zweischienensystem	x	x			
NEM 650 ... 654	Elektrische Schnittstelle für Modellfahrzeuge: klein, mittel und groß, wenn eingebaut	x	x			
NEM 658	Elektrische Schnittstelle Standard PluX 8/12/16/22, wenn eingebaut	x	x			
NEM 659	Erweiterte Schnittstelle, wenn eingebaut	x	x			
NEM 660	Elektrische Schnittstelle Standard 21MTC, wenn eingebaut	x	x			
NEM 670	Digitales Steuersignal DCC - Bitdarstellung					x
NEM 671	Digitales Steuersignal DCC – Basis Datenpakete					x



Ablauf des Verfahrens / Déroulement de la procédure

Hersteller	MOROP-Präsident	Prüfer
Einreichen Anmeldeformular (Prüfprotokoll) im Doppel an MOROP-Präsidenten	Bestimmen des Prüfers Auftrag an Prüfer durch Übermittlung eines Exemplars Anmeldeformular/Prüfprotokoll an Prüfer (Ein Exemplar bleibt beim Präsidenten)	
	Mitteilung an Hersteller, wer prüft, mit Aufforderung, Prüfmuster an Prüfer direkt zu senden	
Versand Prüfmuster an Prüfer		Durchführen der Prüfung
Anwendung des MOROP - Siegels	Verleihung des MOROP-Siegels (Beilegen Kopie des Prüfprotokolls)	Ergebnis melden an Präsidenten durch Rücksendung des ausgefüllten Prüfprotokolls
		Rücksendung Prüfmodell

Fabricant	Président du MOROP	Contrôleur
Dépose en double le formulaire d'inscription (procès-verbal) auprès du Président du MOROP	Choisit le contrôleur et lui demande de réaliser les tests en lui envoyant un exemplaire du formulaire d'inscription/procès-verbal (Un exemplaire est conservé par le président)	
	Demande au fabricant d'envoyer directement le modèle à tester au contrôleur qui effectuera les contrôles	
Expédie le matériel à contrôler au contrôleur		Réalise les contrôles
Utilise le Label MOROP	Décerne le Label MOROP	Annonce le résultat au président en lui renvoyant le procès-verbal complété
		Retourne le matériel testé

1. Zweck

Das MOROP-Siegel bekommt auf Antrag jedes Industrie- und Kleinserienmodell, das in jeder Hinsicht den auf dem Beiblatt angeführten Normen entspricht. Es soll dem Endverbraucher erlauben, die Erzeugnisse zu erkennen, die mit andern, nach den NEM-Normen produzierten Erzeugnissen gleicher Nenngröße, kompatibel und problemlos mit diesen gemeinsam einsetzbar sind.

Das MOROP-Siegel für das Rollmaterial wird in zwei Stufen erteilt:
Stufe I: Es werden außer dem Längenmaßstab alle NEM eingehalten;
Stufe II: Es werden alle NEM inklusive Länge eingehalten.

Das Gleis wird in zwei Stufen bewertet:
Stufe I: Es werden alle NEM, außer für den Hersteller funktionsbedingte Abweichungen, die die freie Verwendbarkeit nicht einschränken, eingehalten;
Stufe II: Es werden alle NEM kompromisslos eingehalten.

Das MOROP-Siegel soll im Weiteren ein Qualitätsmerkmal darstellen. Den Firmen steht es frei, es in ihrer Werbung zu gebrauchen.

Das MOROP-Siegel kann von den Fachzeitschriften als Unterstützung für die Beurteilung eines Modells beigezogen werden. Es schließt das Beifügen subjektiver Aspekte, wie z.B. Laufeigenschaften, optischer Eindruck usw. nicht aus.

2. Durchführung der Prüfung

Die Hersteller werden eingeladen, dem MOROP die zu prüfenden Modelle / Teile einzusenden. Es wird ein Protokoll geführt, das die Prüfergebnisse im Einzelnen dokumentiert. Aus diesem Protokoll ist auch ersichtlich, ob und in welcher Stufe das geprüfte Objekt das MOROP-Siegel bekommt.

Der MOROP-Präsident erstellt jeweils per Ende des Jahres eine Gesamtliste, die über die FERPRESS oder direkt der Fachpresse zur Veröffentlichung übergeben wird. Sie wird zusätzlich auf der Website des MOROP ins Internet gestellt. In der Liste werden nur die Modelle / Teile aufgeführt, die im vergangenen Jahr das MOROP-Siegel erhalten haben.

MOROP-intern werden, aufgeteilt nach Sprachgebieten und Nenngrößen, Prüfexperten bestimmt.

Die Anfragen der Hersteller sind an den MOROP-Präsidenten zu richten. Dieser verteilt die Arbeit je nach Herkunft der Anfrage und Nenngröße des Objekts an die bestimmten Prüfexperten. Er teilt dem Hersteller Name und Adresse des Experten mit. Dieser sendet das zu prüfende Objekt direkt dem Experten oder einer neutralen Prüfstelle zu. Es ist auch möglich, ein Prüfzertifikat des Herstellers anzuerkennen.

Nach der Prüfung sendet der Prüfungsexperte das Objekt zusammen mit den Unterlagen und dem unterzeichneten Protokoll an den Leiter der TK oder den MOROP-Präsidenten zur Einsichtnahme und Erteilung der zweiten Unterschrift.
Die letztgenannte Person sendet das geprüfte Objekt mit dem Protokoll an den Hersteller zurück.
Eine Kopie des Protokolls geht an den MOROP-Präsidenten.
Nach Erteilung des MOROP-Siegels wird dem Hersteller eine druckfähige Vorlage gegen eine Bearbeitungsgebühr von in der Regel CHF 500.- abgegeben.
Das MOROP-Siegel kann am Modell / Teil und / oder auf der Verpackung angebracht werden und darf in der Werbung für das betreffende Modell/Teil verwendet werden.

3. Gültigkeit

Das MOROP-Siegel wird jeweils nur für ein bestimmtes Objekt (Artikelnummer) erteilt. Es hat keine Gültigkeit für die gesamte Produktions-Palette des Herstellers. Nach technischen Anpassungen / Überholungen muss das Modell zu einer erneuten Prüfung vorgelegt werden.
Ein erteiltes MOROP-Siegel bleibt erhalten, wenn eine oder mehrere zur Anwendung gekommenen Normen geändert wird.

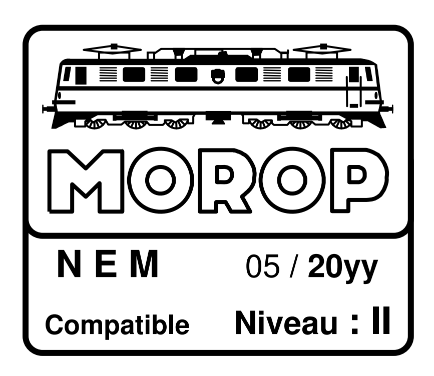
Jeglicher Missbrauch des MOROP-Siegels wird dem Konsumenten über die Fachpresse und im Internet auf der Website des MOROP bekannt gemacht. Weitere Prüfungen können nach klar festgestelltem Missbrauch, solange keine Einigung gefunden wird, verweigert werden.

Die Prüfung basiert immer auf dem letzten Stand der zur Prüfung angewandten Normen (siehe Beiblatt).
Die Liste kann nach Aufnahme neuer Normen ergänzt werden.
Die aktuelle Version steht beim MOROP-Präsidenten zur Verfügung.

Das MOROP-Siegel enthält die Jahreszahl, in dem die Prüfung erfolgt ist.

4. Das Siegel

Folgendes Siegel ist für den Druck von Etiketten, Anhängern usw., den direkten Druck auf die Verpackungen sowie bei der Verwendung in der Werbung verbindlich.





Normen Europäischer Modellbahnen

MOROP Siegel

Beiblatt

NEM 004

1 Seite

Verbindliche Norm **Ausgabe 2003**

Anzuwendende Normen

NEM	Titel	Rollmaterial		Gleis		Zubehör
	Stufe	I	II	I	II	
NEM 010	Maßstäbe, Nenngrößen, Spurweiten		x	x	x	x
NEM 102	Umgrenzung des lichten Raums bei gerader Gleisführung					x
NEM 103	Umgrenzung des lichten Raums bei Gleisführung im Bogen					x
NEM 120	Schienenprofile und Laschen				x	
NEM 124	Weichen und Kreuzungen mit festen Herzstücken			x	x	
NEM 127	Feste Doppelherzstücke gerader Kreuzungen			x	x	
NEM 201	Fahrdrahtlage					x
NEM 202	Stromabnehmer bei Oberleitungsbetrieb	x	x			
NEM 301	Begrenzung der Fahrzeuge	x	x			
NEM 303	Puffer	x	x			
NEM 304	Übergangseinrichtungen (Faltenbalg, Gummiwulst)	x	x			
NEM 310	Radsatz und Gleis	x	x	x	x	x
NEM 311/311.1	Radreifenprofil	x	x			
NEM 352	Führung für Kurzkupplungen wenn eingebaut	x	x			
NEM 355	Aufnahme für austauschbare Kupplungsköpfe in Nenngröße N oder NEM 356	x	x			
NEM 356	Kupplungskopf für Nenngröße N oder NEM 355	x	x			
NEM 360	Standardkupplung für Nenngröße H0 oder NEM 362	x	x			
NEM 362	Aufnahme für austauschbare Kupplungsköpfe in Nenngröße H0 oder NEM 360	x	x			
NEM 364	Aufnahme für austauschbare Kupplungsköpfe in Nenngröße S	x	x			
NEM 380	Befestigungselemente für Container und Wechselaufbauten wenn eingebaut	x	x			X
NEM 621	Stromzuführung bei Zweischienen-Trieb-Fahrzeugen mit und ohne Oberleitung	x	x			
NEM 624	Elektrische Kennwerte – Radsatz wenn vorhanden	x	x			
NEM 630	Gleichstromzugförderung – Elektrische Kennwerte	x	x			
NEM 631	Gleichstromzugförderung, Lauf- und Verkehrsrichtung beim Zweischienensystem	x	x			
NEM 650 - 654	Elektrische Schnittstelle für Modellfahrzeuge: klein, mittel und groß wenn eingebaut	x	x			
NEM 670	Digitales Steuersignal DCC - Bitdarstellung					x
NEM 671	Digitales Steuersignal DCC – Basis Datenpakete					x



Normen Europäischer Modellbahnen

MOROP Siegel

Label MOROP

Beiblatt/Annexe 2

NEM 004

1 Seite/page

Verbindliche Norm
Impérative

Ausgabe 2004
Edition 2004

Ablauf des Verfahrens/Déroulement de la procédure

Hersteller	**MOROP-Generalsekretär**	**Prüfer**
Einreichen Anmeldeformular (Prüfprotokoll) im Doppel an MOROP-Generalsekretär	Bestimmen des Prüfers Auftrag an Prüfer durch Übermittlung eines Ex. Anmeldeformular/Prüfprotokoll an Prüfer (Ein Ex bleibt bei GS)	
	Mitteilung an Hersteller, wer prüft mit Aufforderung, Prüfmuster an Prüfer direkt zu senden	
Versand Prüfmuster an Prüfer		Durchführen der Prüfung
Anwendung des MOROP - Siegels	Verleihung des MOROP - Siegels (Beilegen Kopie des Prüfprotokolls)	Ergebnis melden an GS durch Rücksendung des ausgefüllten Prüfprotokolls
		Rücksendung Prüfmodell

Fabricant	**Secrétaire Général du MOROP**	**Contrôleur**
Dépose en double le formulaire d'inscription (procès-verbal) auprès du Secrétaire Général du MOROP	Choisit le contrôleur et lui demande de réaliser les tests en lui envoyant un exemplaire du formulaire d'inscription/procès-verbal (Un exemplaire est conservé par le SG)	
	Demande au fabricant d'envoyer directement le modèle à tester au contrôleur qui effectuera les contrôles	
Expédie le matériel à contrôler au contrôleur		Réalise les contrôles
Utilise le Label MOROP	Décerne le Label MOROP	Annonce le résultat au GS en lui renvoyant le procès-verbal complété
		Retourne le matériel testé

Prüfverfahren – Allgemeine Hinweise
Déroulement du test – Indications générales

Inhalt / *Contenu*

Die nachfolgende Dokumentation dient dem geordneten und einheitlichen Ablauf des Prüfverfahrens zur Erlangung des MOROP-Siegels nach NEM 004. Sie enthält folgende Blätter:

La documentation suivante est destinée au déroulement uniformisé des tests pour l'obtention du label MOROP selon NEM 004. Elle contient les feuilles suivantes :

Anmeldung / Inscription

Der Antrag für die Prüfung eines Modells wird vom Hersteller durch Einreichen der Anmeldung (Blatt 3) sowie der für die betreffende Modell-Kategorie vorgesehenen Prüfprotokoll-Blätter gemäß Ablaufschema Blatt 2 gestellt.

Durch den Antragsteller auszufüllen sind die hellgrau unterlegten Felder.

Der Antragsteller anerkennt mit der Unterschrift auf dem Antragsformular die Regeln und das Verfahren nach NEM 004.

La demande de test d'un modèle est faite par le constructeur par l'introduction du formulaire (Feuille 3) ainsi que la feuille de protocole correspondant à la catégorie du modèle selon le schéma de déroulement du test comme indiqué sur la feuille 2.

Les champs grisés ci-dessous sont à compléter par le demandeur.

Par l'apposition de sa signature en dessous du formulaire de demande le constructeur accepte le déroulement et les règles du test selon la NEM 004.

Verleihung des Siegels / Délivrance du label

Das MOROP-Siegel bestätigt, dass das geprüfte Modell den für einen freizügigen Einsatz maßgebenden NEM-Normen entspricht. Es enthält keine Aussagen über dessen Funktionstüchtigkeit

Le label MOROP certifie que le modèle examiné respecte en partie les normes NEM. Il ne préjuge en rien de la qualité de son fonctionnement.

Ablauf des Verfahrens / Déroulement de la procédure

Hersteller	MOROP-Präsident	Prüfer
Einreichen Anmeldeformular (Prüfprotokoll) im Doppel an MOROP-Präsidenten	Bestimmen des Prüfers Auftrag an Prüfer durch Übermittlung eines Exemplars Anmeldeformular/Prüfprotokoll an Prüfer (Ein Exemplar bleibt beim Präsidenten)	
	Mitteilung an Hersteller, wer prüft, mit Aufforderung, Prüfmuster an Prüfer direkt zu senden	
Versand Prüfmuster an Prüfer		Durchführen der Prüfung
Anwendung des MOROP-Siegels	Verleihung des MOROP-Siegels (Beilegen Kopie des Prüfprotokolls)	Ergebnis melden an Präsidenten durch Rücksendung des ausgefüllten Prüfprotokolls
		Rücksendung Prüfmodell

Fabricant	Président du MOROP	Contrôleur
Dépose en double le formulaire d'inscription (procès-verbal) auprès du Président du MOROP	Choisit le contrôleur et lui demande de réaliser les tests en lui envoyant un exemplaire du formulaire d'inscription/procès-verbal (Un exemplaire est conservé par le président)	
	Demande au fabricant d'envoyer directement le modèle à tester au contrôleur qui effectuera les contrôles	
Expédie le matériel à contrôler au contrôleur		Réalise les contrôles
Utilise le Label MOROP	Décerne le Label MOROP	Annonce le résultat au président en lui renvoyant le procès-verbal complété
		Retourne le matériel testé

Anmeldung / Inscription

Herstellerfirma / Fabricant:[1] ....
genaue Anschrift/ Adresse complète ....
....
....

Modell / Modèle:
Bezeichnung / Désignation .... Nenngröße / échelle ....

Vorbild / Prototype Typ / Baureihe/série ....

Artikel-Nummer / numéro de l'article: ....
erstes Baujahr / année de mise en fabrication: ....

Anmeldung für MOROP-Siegel / Inscription pour le Label MOROP

☐ Zutreffendes ankreuzen
Cocher les cases

Kategorie	*Stufe / niveau*
☐ Fahrzeug / matériel roulant	☐ I
☐ Zubehör / accessoires	☐ II
☐ Gleismaterial / voies	

☐ Firmeninterne Prüfprotokolle, die nach den anerkannten Regeln der Qualitätssicherung erstellt wurden, können anerkannt werden. Sie sind der Anmeldung beizulegen und nachstehend aufzulisten.
Les protocoles internes des firmes pour le contrôle de qualité selon des règles reconnues peuvent être acceptés. Ils sont à lister et à joindre à la demande.

1 .... 4 ....
2 .... 5 ....
3 .... 6 ....

Firmenstempel/Unterschrift
cachet du fabricant/signature

Ort / lieu ....

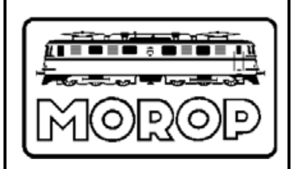
Datum / date ....

[1] Hellgrau unterlegte Felder durch Anmeldenden ausfüllen
Les cases en gris clair sont à remplir par le demandeur

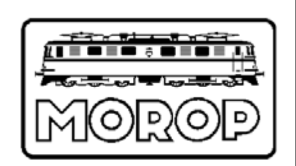
Prüfprotokoll Fahrzeuge / procès-verbal matériel roulant[1]

NEM	Verbindliche Normen normes impératives					Erfüllt Approuvé	
	Sollmaß Dimensions à respecter mm			Istmaß Dim. Mesurées mm	Bemerkungen remarques	JA OUI	NEIN NON
010	Maßstab / échelle: 1 : ..... ☐ gesamthaft angewandt / (appliqué en totalité) ☐ Länge / longueur 1:						
		Vorbild prototype	Modell modèle				
	Fahrzeug-länge longueur du véhicule				Kastenlänge bzw. Länge über Pufferbohle, OHNE Puffer Longueur châssis (longueur entre les traverses de tête SANS les tampons)		
	Fahrzeug-breite largeur du véhicule				Kastenbreite OHNE vorspringende Teile Largeur du châssis SANS parties saillantes		
	Fahrzeug-Höhe hauteur du véhicule				Kastenhöhe ab SO, OHNE vorspringende Teile Hauteur de la caisse au-dessus du rail, SANS parties saillantes		
	Drehzapfen-abstand distance entre les pivots						
	Achsstand Empattement des essieux				Bei Drehgestellfahrzeugen Achsstand im Drehgestell Pour les véhicules à bogies, empattement des essieux dans un bogie		
202	B1						
	B2						
	HS1						
	HS2						
301	B1 max				Prüfung mit Profil-Lehre vérifier avec gabarit de contrôle		
	B2 max						
	H1 max						
	H2 max						
	H3 max						
	H4 max						
303	a						
	h						
	u_{min}						
310	K min/max				Prüfung mit Lehre vérifier avec calibre de contrôle		
	B min/max						
	N min/max						
	T min/max						
	D min/max						

[1] Hellgrau unterlegte Felder durch Anmeldenden ausfüllen
Les cases en gris clair sont à remplir par le demandeur

	Normen Europäischer Modellbahnen Normes Européennes de Modélisme **MOROP-Siegel nach NEM 004** **Label MOROP selon NEM 004**	Blatt/feuille 5 von 11 **Prüfprotokoll Fahrzeuge** **Procès-verbal matériel roulant**

NEM	**Verbindliche Normen normes impératives**				**Erfüllt Approuvé**	
	Sollmaß Dimensions à respecter mm		**Istmaß Dim. Mesurées** mm	**Bemerkungen remarques**	**JA OUI**	**NEIN NON**
356	Höhe ab SO Hauteur sur PR	4,5(+/- 0,5)		prüfen mit Referenzmodell/Lehre vérifier avec modèle témoin/calibre de contrôle		
	Entkupplungshöhe Hauteur de désaccouplement	>=6,6				
	Arbeitshöhe des Entkupplers Hauteur de fonctionnement du dételeur	3,0 (+0,2)				
360	Höhe ab SO Hauteur sur PR	8,5 (+/- 0,5)		prüfen mit Referenzmodell/Lehre vérifier avec modèle témoin /calibre de contrôle		
	Höhe Haken ab SO Hauteur du crochet sur PR	11,5 (+/- o,5)				
	Entkupplungshöhe Hauteur de désaccouplement	>= 13				
	Bügelbreite Largeur de la boucle	7,5 (+/- 0,3)				
	Breite Pufferplatte Largeur du plateau de l'attelage	>= 6,5				
362	Schacht Innenbreite Largeur intérieure du réceptacle	3,2 (- 0,1)		sofern angewendet/ si applicable Prüfen mit Lehre vérifier avec calibre de contrôle		
	Schacht Innenhöhe Hauteur intérieure du boîtier	1,75 (- 0,05)				
	Höhe ab SO Hauteur sur PR	8,5 (+/- 0,2)				
	Schachtlänge Longueur du boîtier	7,1 (- 0,1)				
	Abstand Vorderkante – Pufferteller Distance face avant du boîtier – plateau du tampon	7,5 (-0,5)				
621	Die „gemeinsame Seite" durch * gekennzeichnet Le „côté commun"est repéré par *					
	Kupplungen und Puffer vom Speisungskreis isoliert Attelages et tampons isolés du circuit d'alimentation électrique					
624	Überbrückungswiderstand R_p Résistance de pontage R_p	Ohm		sofern angewendet si applicable		
630	Nennspannung Tension nominale	G 6,5 9 – 22,5 32<	V 8 12 16			
631	Die in Verkehrsrichtung rechte Seite ist positiv Le positif est sur le rail de droite dans le sens de circulation					
	Kennzeichnung der „gemeinsamen Seite" Marquage du „côté commun"			bei Tfz. für Oberleitungsbetrieb engin moteur fonctionnant sous caténaire		



Normen Europäischer Modellbahnen
Normes Européennes de Modélisme

MOROP-Siegel nach NEM 004
Label MOROP selon NEM 004

Prüfprotokoll Fahrzeuge
Procès-verbal matériel roulant

NEM	Zu berücksichtigende Empfehlungen, sofern sie angewendet werden recommandations à considérer si applicables				Erfüllt Approuvé	
	Sollmaß Dimensions à respecter mm		Istmaß Dim. Mesurées mm	Bemerkungen Remarques	JA OUI	NEIN NON
352	A max:					
	B					
	E					
	D					
	K					
355	Schachtbreite Largeur du boîtier	2,5(- 0,05)		prüfen mit Referenzmodell/Lehre vérifier avec modèle témoin/calibre de contrôle		
	Schachthöhe Hauteur du boîtier	1,2(- 0,05)				
	Schachtzentrum ab SO Hauteur de l'axe du boîtier au-dessus du rail	4 (+ 0,1)				
	Distanz Vorderkante Aufnahme – Pufferebene Distance face avant du boîtier – plateau du tampon	6 (- 0,2)		nur wenn Kurzkupplungs-Kinematik seulement si BGC		
	Klips-Vorrichtung Dispositif de clip			prüfen mit Referenzmodell/Lehre vérifier avec modèle témoin/calibre de contrôle		
380	c min			prüfen mit Referenzmodell/Lehre vérifier avec modèle témoin /calibre de contrôle		
	d min					
	e					
	f					
	k					
650	Kabelfarben nach Ziffer 4.1 Codes couleurs des fils selon paragraphe 4.1					
651	Abmessungen nach Ziffer 3 in NEM 650 dimensions selon paragraphe 3 des NEM 650			prüfen mit Lehre vérifier avec calibre de contrôle		
	Kontaktbelegung Disposition des contacts					
652	Abmessungen nach Ziffer 3 in NEM 650 dimensions selon paragraphe 3 des NEM 650			prüfen mit Lehre vérifier avec calibre de contrôle		
	Kontaktbelegung Disposition des contacts					
654	Abmessungen nach Ziffer 3 in NEM 650 dimensions selon paragraphe 3 des NEM 650			prüfen mit Lehre vérifier avec calibre de contrôle		
	Kontaktbelegung Disposition des contacts					
658	PluX 8 / 12 / 16 / 22			Ausgeführt PluX .. Réalisé PluX		
	Abmessungen nach Ziffer 3 dimensions selon paragraphe 3			prüfen mit Lehre vérifier avec calibre de contrôle		
	Kontaktbelegung Disposition des contacts					
659	Abmessungen nach Ziffer 3 in NEM 650 dimensions selon paragraphe 3 des NEM 650			prüfen mit Lehre vérifier avec calibre de contrôle		
	Kontaktbelegung Disposition des contacts					
660	Kontaktbelegung Disposition des contacts					

Anforderungen eingehalten - Siegel verleihen **Respect des exigences – Délivrance du label**	**JA** **OUI**		**NEIN** **NON**
	Stufe I	Stufe II	

Prüfung durchgeführt von: Contrôles réalisés par:	Datum / date	
	Unterschrift signature:	
Nachprüfung durchgeführt von: Contrôles vérifiés par:	Datum / date	
	Unterschrift signature:	

Anmerkungen / Remarques

Das MOROP-Siegel bestätigt, dass das geprüfte Modell den für einen freizügigen Einsatz maßgebenden NEM-Normen entspricht. Es enthält keine Aussagen über dessen Funktionstüchtigkeit

Le label MOROP certifie que le modèle examiné respecte en partie les normes NEM. Il ne préjuge en rien de la qualité de son fonctionnement.

Prüfprotokoll Zubehör / Procès verbal accessoire[1]

NEM	**Verbindliche Normen normes impératives**					**Erfüllt Approuvé**	
	Sollmaß Dimensions à respecter mm			**Istmaß Dim. Mesurées** mm	**Bemerkungen Remarques**	**JA OUI**	**NEIN NON**
010	Maßstab: 1:....................						
	Hauptabmessungen dimensions principales	Vorbild prototype	Modell modèle				
102					Prüfung mit Profil-Lehre vérifier avec gabarit de contrôle		
104					Prüfung mit Profil-Lehre vérifier avec gabarit de contrôle		
110	G						
	S min/max						
	F min/max						
	E max						
201	S breit / large						
	S schmal / étroit						
	HF 1						
	HF 2						
	HF 3						
670					Prüfverfahren noch festzulegen		
671					Prüfverfahren noch festzulegen		

Zu berücksichtigende Empfehlungen, recommandations à considérer

NEM						
380	a max					
	b max					
	e					
	f					
	k					

[1] Hellgrau unterlegte Felder durch Anmeldenden ausfüllen
Les cases en gris clair sont à remplir par le demandeur

Anforderungen eingehalten - Siegel verleihen Respect des exigences – Délivrance du label		**JA OUI**	**NEIN NON**
Prüfung durchgeführt von: Contrôles réalisés par:	Datum / date		
	Unterschrift signature:		
Nachprüfung durchgeführt von: Contrôles vérifiés par:	Datum / date		
	Unterschrift signature:		

Anmerkungen / Remarques

Das MOROP-Siegel bestätigt, dass das geprüfte Modell den für einen freizügigen Einsatz maßgebenden NEM-Normen entspricht. Es enthält keine Aussagen über dessen Funktions-tüchtigkeit

Le label MOROP certifie que le modèle examiné respecte en partie les normes NEM. Il ne préjuge en rien de la qualité de son fonctionnement.

Prüfprotokoll Gleis / Procès-verbal voie[1]

NEM	Verbindliche Normen normes impératives				Erfüllt Approuvé	
	Sollmaß Dimensions à respecter mm		Istmaß Dim. Mesurées mm	Bemerkungen Remarques	JA OUI	NEIN NON
010	Nenngröße / échelle..............			Spurweite / écartement :.................		
110	G max			Prüfung mit Lehre vérifier avec calibre de contrôle		
	C min/max					
	S min/max					
	F min/max					
	E max					
	H min					
124	G max			Prüfung mit Lehre vérifier avec calibre de contrôle		
	C min/max					
	F min/max					
	E max					
127	G max			Prüfung mit Lehre vérifier avec calibre de contrôle		
	C min/max					
	F min/max					
	S min/max					
	E max					
Zu berücksichtigende Empfehlungen, recommandations à considérer						
120	Nenngröße / échelle..............			Spurweite / écartement :................. Profil...........		
	A					
	B					
	C					
	D max					
	E					
	K					
	R max					

[1] Hellgrau unterlegte Felder durch Anmeldenden ausfüllen
Les cases en gris clair sont à remplir par le demandeur

Anforderungen eingehalten - Siegel verleihen **Respect des exigences – Délivrance du label**			**JA** **OUI**	**NEIN** **NON**
Prüfung durchgeführt von: Contrôles réalisés par:	Datum / date			
	Unterschrift signature:			
Nachprüfung durchgeführt von: Contrôles vérifiés par:	Datum / date			
	Unterschrift signature:			

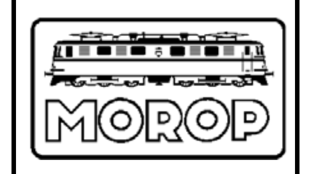
Anmerkungen / Remarques

Das MOROP-Siegel bestätigt, dass das geprüfte Modell den für einen freizügigen Einsatz maßgebenden NEM-Normen entspricht. Es enthält keine Aussagen über dessen Funktionstüchtigkeit

Le label MOROP certifie que le modèle examiné respecte en partie les normes NEM. Il ne préjuge en rien de la qualité de son fonctionnement.

Anzuwendende Normen

NEM	**Titel**	**Rollmaterial**		**Gleis**		**Zubehör**
	Stufe	I	II	I	II	
NEM 010	Maßstäbe, Nenngrößen, Spurweiten		x	x	x	x
NEM 102	Umgrenzung des lichten Raums bei gerader Gleisführung					x
NEM 103	Umgrenzung des lichten Raums bei Gleisführung im Bogen					x
NEM 110	Gleise und Weichen, Spurführungs-Maße			x	x	x
NEM 124	Weichen und Kreuzungen mit festen einfachen Herzstücken			x	x	
NEM 127	Feste Doppelherzstücke gerader Kreuzungen			x	x	
NEM 201	Fahrdrahtlage					x
NEM 202	Stromabnehmer bei Oberleitungsbetrieb	x	x			
NEM 301	Begrenzung der Fahrzeuge	x	x			
NEM 303	Puffer	x	x			
NEM 310	Radsätze – Spurführungs-Maße	x	x			
NEM 311	Radreifenprofile	x	x			
NEM 352	Führung für Kurzkupplungen, wenn eingebaut	x	x			
NEM 355	Aufnahme für austauschbare Kupplungsköpfe in Nenngröße N oder NEM 356	x	x			
NEM 356	Kupplungskopf für Nenngröße N oder NEM 355	x	x			
NEM 360	Standardkupplung für Nenngröße H0 oder NEM 362	x	x			
NEM 362	Aufnahme für austauschbare Kupplungsköpfe oder NEM 360	x	x			
NEM 380	Befestigungselemente für Container und Wechselaufbauten, wenn eingebaut	x	x			x
NEM 621	Stromzuführung bei Zweischienen-Trieb-Fahrzeugen mit und ohne Oberleitung	x	x			
NEM 624	Elektrische Kennwerte – Radsatz, wenn vorhanden	x	x			
NEM 630	Gleichstromzugförderung – Elektrische Kennwerte	x	x			
NEM 631	Gleichstromzugförderung, Lauf- und Verkehrsrichtung beim Zweischienensystem	x	x			
NEM 650 ... 654	Elektrische Schnittstelle für Modellfahrzeuge: klein, mittel und groß, wenn eingebaut	x	x			
NEM 658	Elektrische Schnittstelle Standard PluX 8/12/16/22, wenn eingebaut	x	x			
NEM 659	Erweiterte Schnittstelle, wenn eingebaut	x	x			
NEM 660	Elektrische Schnittstelle Standard 21MTC, wenn eingebaut	x	x			
NEM 670	Digitales Steuersignal DCC - Bitdarstellung					x
NEM 671	Digitales Steuersignal DCC – Basis Datenpakete					x



Normen Europäischer Modellbahnen

MOROP-Siegel

Label MOROP

Beiblatt/Annexe 2

NEM 004

1 Seite / 1 Page

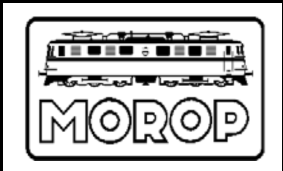
Verbindliche Norm
Impérative

Ausgabe 2010
Edition 2010

Ablauf des Verfahrens / Déroulement de la procédure

Hersteller	MOROP-Präsident	Prüfer
Einreichen Anmeldeformular (Prüfprotokoll) im Doppel an MOROP-Präsidenten	Bestimmen des Prüfers Auftrag an Prüfer durch Übermittlung eines Exemplars Anmeldeformular/Prüfprotokoll an Prüfer (Ein Exemplar bleibt beim Präsidenten)	
	Mitteilung an Hersteller, wer prüft, mit Aufforderung, Prüfmuster an Prüfer direkt zu senden	
Versand Prüfmuster an Prüfer		Durchführen der Prüfung
Anwendung des MOROP - Siegels	Verleihung des MOROP-Siegels (Beilegen Kopie des Prüfprotokolls)	Ergebnis melden an Präsidenten durch Rücksendung des ausgefüllten Prüfprotokolls
		Rücksendung Prüfmodell

Fabricant	Président du MOROP	Contrôleur
Dépose en double le formulaire d'inscription (procès-verbal) auprès du Président du MOROP	Choisit le contrôleur et lui demande de réaliser les tests en lui envoyant un exemplaire du formulaire d'inscription/procès-verbal (Un exemplaire est conservé par le président)	
	Demande au fabricant d'envoyer directement le modèle à tester au contrôleur qui effectuera les contrôles	
Expédie le matériel à contrôler au contrôleur		Réalise les contrôles
Utilise le Label MOROP	Décerne le Label MOROP	Annonce le résultat au président en lui renvoyant le procès-verbal complété
		Retourne le matériel testé



Normen Europäischer Modellbahnen

Symbole für Merkmale der Modellfahrzeuge

NEM
006

Empfehlung **Ausgabe 2010**
(ersetzt Ausgabe 1995)

1. Allgemeines

Zweck dieser Norm ist die einheitliche Kennzeichnung der wichtigsten Merkmale von Modellfahrzeugen in Katalogen und Angebotslisten der Hersteller, um Händlern und Kunden die Orientierung zu erleichtern.

Die Symbole können durch weitere für

- hauseigene Systeme (z.B. Motor, Antrieb, digitale Steuersysteme)
- Zusatzeinrichtungen,
- Ersatzteile

ergänzt werden. Sie sind nicht Gegenstand dieser Norm.

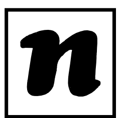
Die Kataloge sollen eine Übersicht mit Erläuterung der verwendeten Symbole enthalten, wobei die NEM-bezogenen Symbole mit der entsprechenden NEM-Nummer aufzuführen sind.

2. Darstellung der Symbole

A Allgemeine Angaben über Auslieferung

A 1 

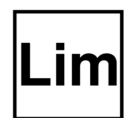
Neuheit (Neukonstruktion)

A 2 

Neue Ausführung eines vorhandenen Modells (z.B. Farb-, Beschriftungs- oder techn. Detailänderung) oder Wiederauflage eines früheren Modells

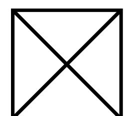
Anmerkung zu A1 und A2: Die Zuordnung zu A 1 oder A 2 liegt im Ermessen des Herstellers.

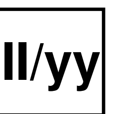
A 3 bleibt frei

A 4 

Einmalige, limitierte Serie

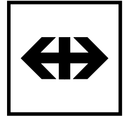
Anmerkung zu A4: Im Falle eines Vorbestelltermins kann dieser Termin hinzugefügt werden.

A 5 
Auslaufmodell

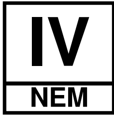
A 6 

8/yy
Auslieferungstermin (Quartals- oder Monatsbezeichnung mit Jahreszahl)

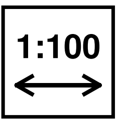
B Allgemeine Angaben über Ausführung

B 1 


Wahlweise Darstellung der Bahnverwaltung oder des Landes

B 2 

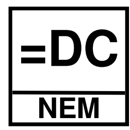
IIIa
NEM
Epochenbezeichnung nach NEM 800
ggf. mit Zusatz der Periode nach NEM 801 ff

B 3 

1/100
Längenmaßstab

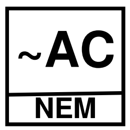
C Angaben über Betriebssysteme

C 1



Das Fahrzeug ist für das Zweileiter-Gleich-strom-System ausgelegt

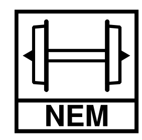
C 2



Das Fahrzeug ist für das Wechselstrom-System mit Mittelleiter ausgelegt (s. NEM 340 und NEM 645)

Anmerkung zu C1 und C2: Die Symbole sind nur dann anzuwenden, wenn Modelle in einer Ausrührung angeboten werden, die nicht dem hauseigenen System entspricht. In der Symbolerläuterung sind ggr. die speziellen NEM, für die das Modell ausgelegt ist, einzeln auszuführen.

C 3

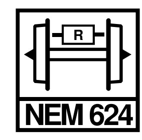


Isolierter Radsatz Radsatzform nach NEM 310/311 ("Gleichstromradsatz")

C 4

Nicht isolierter Radsatz Radsatzform nach NEM 340 ("Wechselstromradsatz")

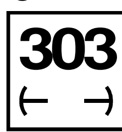
C 5



Isolierter Radsatz mit Überbrückungswidersta nd nach NEM 624

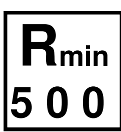
D Angaben über technische Eigenschaften der Fahrzeuge

D 1



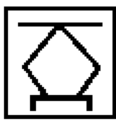
Länge über Puffer in mm

D 2



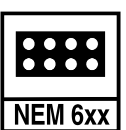
Befahrbarer Mindestradius (Nur anzugeben, wenn Einschränkungen in Bezug auf die bei Modellbahnen üblichen kleinen Radien bestehen)

D 3



Umschaltbar auf Oberleitungsbetrieb

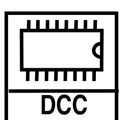
D 4



Elektrische Schnittstelle für Triebfahrzeuge nach NEM 651/652/654/658/660 o.a.

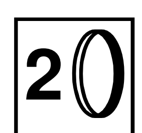
Symbole bestimmter Schnittstellen können zusätzlich abgebildet werden

D 5



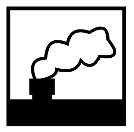
Digitaldecoder eingebaut (mit Angabe des Systems)

D 6



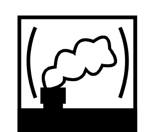
Anzahl der Räder mit Haftreifen

D 7.1



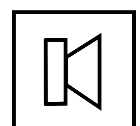
Fahrzeug besitzt Rauchgenerator

D 7.2



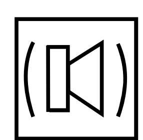
für Einbau vorbereitet

D 8.1



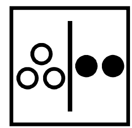
Fahrzeug besitzt Lautsprecher (Sound)

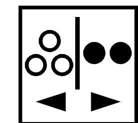
D 8.2

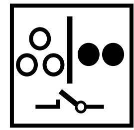


für Einbau vorbereitet

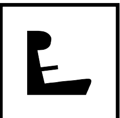
E Angaben über Fahrzeugstirn-Beleuchtung

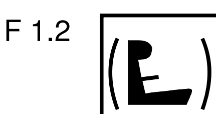
E 1  Darstellung durch Lichtpunkte (links = vorn, rechts = hinten), Beispiel: Dreilicht-Spitzensignal, zwei rote Schlusslichter

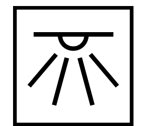
E 2  Zusatzkennzeichnung: Mit Fahrtrichtung wechselnd

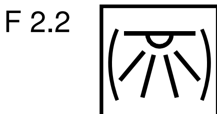
E 3  Zusatzkennzeichnung: Beleuchtung getrennt zu- und abschaltbar

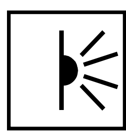
F Angaben über Wagenausstattung

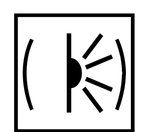
F 1.1  Mit Inneneinrichtung ausgestattet

F 1.2  Inneneinrichtung nachrüstbar

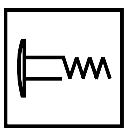
F 2.1  Mit Innenbeleuchtung ausgestattet

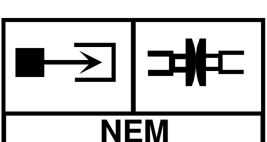
F 2.2  Innenbeleuchtung nachrüstbar

F 3.1  Mit Schlussbeleuchtung ausgestattet

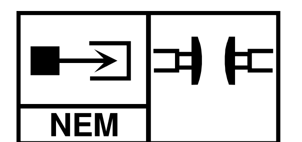
F 3.2  Schlussbeleuchtung nachrüstbar

G Zug- und Stoßvorrichtungen

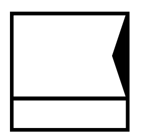
G 1  Modell besitzt Federpuffer

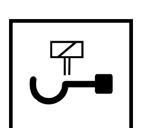
G 2 

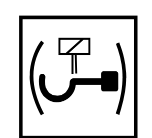
Modell besitzt Kupplungsaufnahme (z.B. NEM 355, 362) und Kurzkupplungskinematik (NEM 352) und erlaubt bei Verwendung eines entsprechenden Kurzkupplungskopfes ein Puffer-an-Puffer-Fahren

G 3 

Modell besitzt Kupplungsaufnahme (z.B. NEM 355, 362), jedoch keine Kurzkupplungskinematik (Pufferabstand!)

G 4  Zusatzkennzeichnung zu G 2 und G 3: Vorrichtung ist nur einseitig angeordnet, z.B. am Tender

G 5.1  Kupplung elektrisch fernbedienbar

G 5.2  für Einbau vorbereitet

Verbindliche Norm | **Maße in mm** | **Ausgabe 2011** (ersetzt Ausgabe 2004)

1. Zweck

Diese Norm regelt die Aufteilung der Spurweiten und Maßstäbe von Modelleisenbahnen sowie deren Nenngrößen-Bezeichnungen.

2. Festlegungen

Die zahlreichen beim Vorbild vorhandenen Spurweiten werden für die Nachbildung im Modell zu vier Gruppen zusammengefasst.

Der Verkleinerungsmaßstab ergibt eine Reihe von Modellspurweiten und wird durch den Begriff „**Nenngröße**" ausgedrückt. Diese wird mit Buchstaben bzw. Ziffern bezeichnet (Tabelle 1).

Die reine Nenngrößen-Bezeichnung ohne Zusatzbuchstabe bezieht sich auf die Vorbildspurweiten ≥ 1250 mm, während bei Schmalspurbahnen mit Vorbildspurweiten < 1250 mm der Nenngrößen-Bezeichnung die Zusatzbuchstaben **m**, **e, i** oder **p** hinzugefügt werden. Für diese kombinierte Nenngrößen- und Spurweiten-Bezeichnung wird im deutschen Sprachgebrauch der Begriff „**Spur**" verwendet.

<u>Beispiele:</u> Nachbildung einer Normalspurbahn im Maßstab 1:87: Nenngröße H0 („H-Null"), Spur H0 (Spurweite 16,5 mm)

Nachbildung einer Meterspurbahn im Maßstab 1:45: Nenngröße 0 („Null"), Spur 0m (Spurweite 22,5 mm)

Tabelle 1

Vorbild-Spurweiten von – bis	Modell-Maßstäbe [2]	1 : 220	1 : 160	1 : 120	1 : 87	1 : 64	1 : 45 [4]	1 : 32	1 : 22,5	1 : 16	1 : 11	1 : 8	1 : 5,5	
1250 – 1700	•	Z	N	TT	H0	S	0	I	II	III	V	VII	X	1), 3)
850 – < 1250	Zm	Nm	TTm	H0m	Sm	0m	Im	IIm	IIIm	Vm	VIIm	Xm	•	
650 – < 850	Ne	TTe	H0e	Se	0e	Ie	IIe	IIIe	Ve	VIIe	Xe	•	•	
400 – < 650	TTi	H0i	Si	0i	Ii	IIi	IIIi	Vi	VIIi	Xi	•	•	•	5)
300 – < 400	H0p	Sp	0p	Ip	IIp	IIIp	Vp	VIIp	Xp	•	•	•	•	
Modell-Spurweiten G	4,5	6,5	9	12	16,5	22,5	32	45	64	89	127	184	260	← mm
								1¾	2½	3½	5	7¼	10¼	← Zoll [6]

Anmerkungen zur Tabelle:

1) Für die Nenngröße **I** und größer sind auch Bezeichnungen in arabischen Ziffern zulässig. Die in Ausgabe 1987 der NEM 010 enthaltenen Bezeichnungen ab Nenngröße **III** sind nicht mehr anzuwenden.
2) Einzelne Funktionsteile können vom Maßstab nach besonderen Festlegungen abweichen, die Gegenstand der einzelnen Normblätter sind.
3) Bei Breitspurbahnen (Vorbildspurweite > 1435 mm) kann der Maßstab vom Verhältnis der Spurweiten ausgehend berechnet werden. Das gilt insbesondere für Nenngrößen > **I**.
4) In einigen Ländern wird auch der Maßstab 1:43,5 angewendet.
5) Im deutschen Sprachraum kann anstelle des Zusatzbuchstabens **i** (Industriebahn) auch der Buchstabe **f** (Feldbahn) angewendet werden.
6) Für große Spurweiten ist auch die Angabe in Zoll üblich.

3. Zusätzliche Hinweise

3.1 Neben den in Tabelle 1 aufgeführten Spurweiten werden auch die Spurweiten 72 mm und 144 mm für die Nachbildung von Normalspurfahrzeugen verwendet, die den Dezimalmaßstäben 1:20 bzw. 1:10 entsprechen.

3.2 Schmalspur- und Industriebahnen haben beim Vorbild eine Vielfalt von Spurweiten. Modellbahnen, die in Maßstab und Nenngröße der Tabelle 1 entsprechen, aber in der Spurweite abweichen, können mit $\mathbf{X_n}$ bezeichnet werden. Dabei wird mit **X** die Nenngröße und mit **n** die Modellspurweite bezeichnet.
Beispiel: 0_{14}, Maßstab 1:45, Spurweite 14 mm

3.3 Weitere in Europa wenig gebräuchliche Spurweiten und Nenngrößen enthalten die amerikanischen NMRA-Standards S1.

3.4 In angelsächsischen Ländern wird der Maßstab auch im Verhältnis „mm je Fuß“ angegeben. So bezeichnet beispielsweise

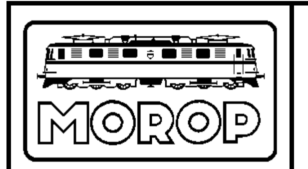
3,5 mm scale den Maßstab 1:87
4 mm scale den Maßstab 1:76 (Spur 00)
7 mm scale den Maßstab 1:43,5.

3.5 Zur Auswertung von Zeichnungen, die in einem anderen als dem gewünschten Modellmaßstab gefertigt sind, sind die Maße der Zeichnung mit dem Verhältnis der Maßstäbe zu multiplizieren.

Beispiel: Zeichnung M 1:45
Modell M 1:87

$$\text{Umrechnungsfaktor} = \frac{45}{87} = 0{,}517$$

3.6 Exakt maßstäbliche Verkleinerungen des Vorbilds (z.B. „Proto:87“ und „H0T“) bedürfen keiner eigenen Normung in den NEM.



Normen Europäischer Modellbahnen

Profillehre für Nenngröße H0

Beiblatt 1 zu NEM 102/103

Dokumentation **Ausgabe 1984**

1. Zweck

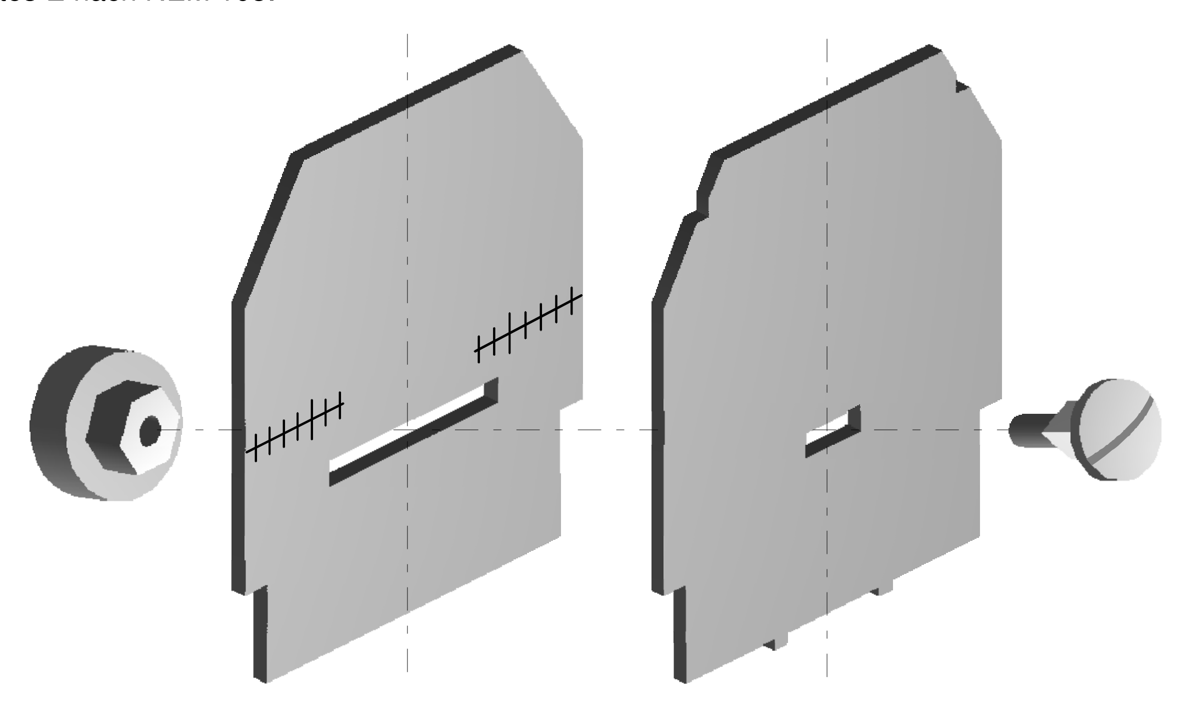
Mit Hilfe einer Profillehre lässt sich die Einhaltung des lichten Raumes sowohl in der Geraden als auch im Gleisbogen überprüfen.

2. Form und Ausführung der Lehre

Die Profillehre besteht aus zwei seitlich gegeneinander verschiebbaren Scheiben, die dem Umgrenzungsprofil nach NEM 102 ohne den Raum für Fahrleitungsbetrieb entsprechen. Sie werden durch eine Rändelschraube zusammengehalten.

Die eine der beiden Scheiben besitzt zwei Zapfen zur Arretierung auf dem Gleis. An der oberen Abschrägung ist in Form zweier Kerben das Maß B_4 für Fahrleitungsbetrieb markiert.

Die zweite verschiebbare Scheibe enthält an beiden Außenseiten eine Skala zum Ablesen des Wertes E nach NEM 103.

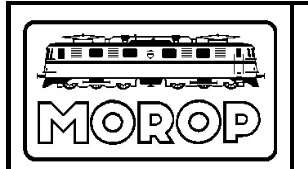


Der Profillehre wird vom Hersteller eine Gebrauchsanleitung beigegeben, aus der die wichtigsten Daten nach NEM 102/103 ersichtlich sind.

Die Lehre wird von der Firma

Sommerfeldt GmbH
Friedhofstraße 42
D-73110 Hattenhofen

hergestellt und kann unter der Bestell-Nummer 100 über den Modellbahn-Fachhandel bezogen werden.



Normen Europäischer Modellbahnen

Profillehre für Nenngröße H0

Beiblatt 1 zu NEM 102/103

Dokumentation **Ausgabe 1984**

1. Zweck

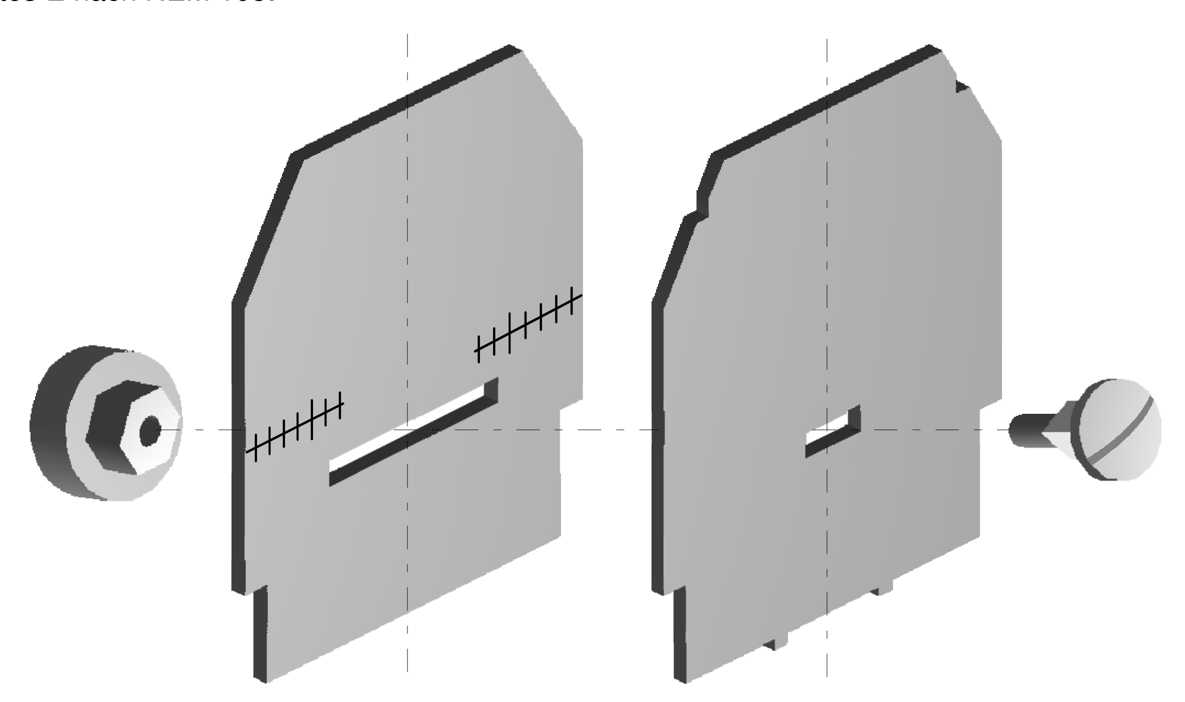
Mit Hilfe einer Profillehre lässt sich die Einhaltung des lichten Raumes sowohl in der Geraden als auch im Gleisbogen überprüfen.

2. Form und Ausführung der Lehre

Die Profillehre besteht aus zwei seitlich gegeneinander verschiebbaren Scheiben, die dem Umgrenzungsprofil nach NEM 102 ohne den Raum für Fahrleitungsbetrieb entsprechen. Sie werden durch eine Rändelschraube zusammengehalten.

Die eine der beiden Scheiben besitzt zwei Zapfen zur Arretierung auf dem Gleis. An der oberen Abschrägung ist in Form zweier Kerben das Maß B_4 für Fahrleitungsbetrieb markiert.

Die zweite verschiebbare Scheibe enthält an beiden Außenseiten eine Skala zum Ablesen des Wertes E nach NEM 103.

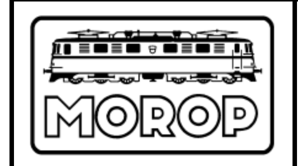


Der Profillehre wird vom Hersteller eine Gebrauchsanleitung beigegeben, aus der die wichtigsten Daten nach NEM 102/103 ersichtlich sind.

Die Lehre wird von der Firma

Sommerfeldt GmbH
Friedhofstraße 42
D-73110 Hattenhofen

hergestellt und kann unter der Bestell-Nummer 100 über den Modellbahn-Fachhandel bezogen werden.



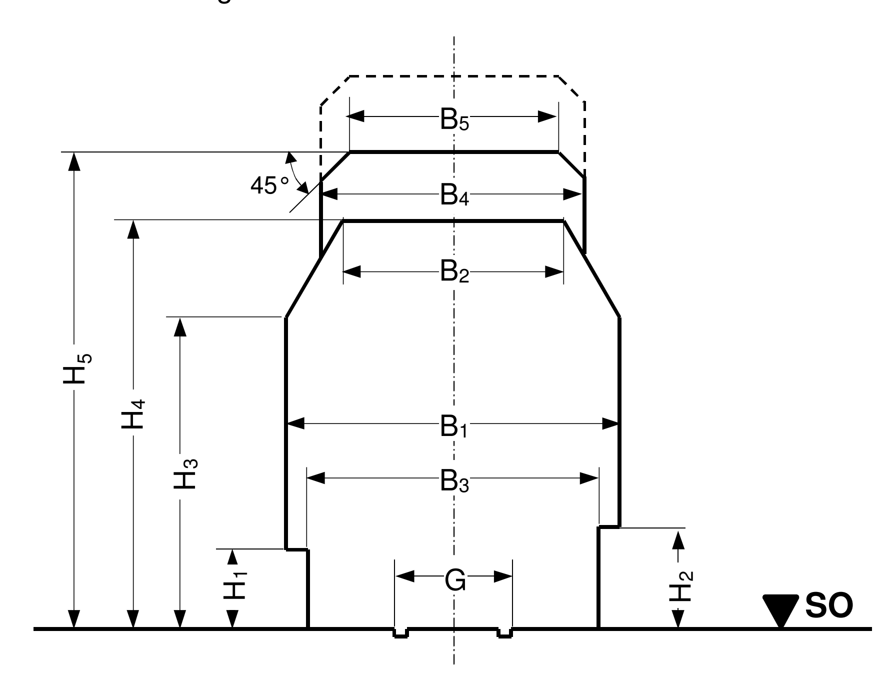
Normen Europäischer Modellbahnen

Umgrenzung des lichten Raumes
bei gerader Gleisführung

NEM 102
1 Seite

Verbindliche Norm **Maße in mm** **Ausgabe 2003**
Ersetzt Ausgabe 1979

Diese Norm bestimmt bei Nachbildung von Regel- und Breitspurbahnen[1)] das Umgrenzungsprofil, in das kein fester Gegenstand hineinragen darf[2)], um ein berührungsfreies Verkehren von Fahrzeugen nach NEM 301 zu gewährleisten.



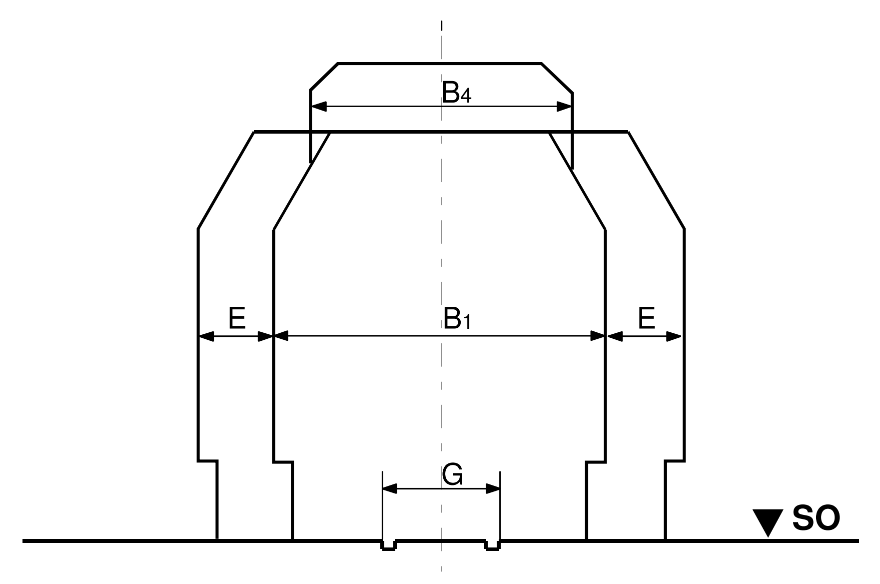
Maßtabelle

Nenngröße	G	B_1	B_2	B_3	H_1	H_2[3)]	H_3	H_4	bei Fahrleitungsbetrieb[4)]		
									B_4	B_5	H_5[5)]
Z	6,5	20	14	18	4	6	18	24	16	13	27
N	9,0	27	18	25	6	8	25	33	22	18	37
TT	12,0	36	24	32	8	10	33	43	28	22	48
H0	16,5	48	32	42	11	14	45	59	38	30	65
S	22,5	66	44	57	15	19	60	78	50	38	87
0	32,0	94	63	82	21	27	85	109	68	52	120
I	45,0	130	87	114	30	38	118	150	93	71	165
II	64,0	184	124	154	35	52	168	214	140	106	235

1) Für Breitspurfahrzeuge wird nach NEM 010 die Regelspurweite ***G*** zugrundegelegt.
2) Funktionselemente und Seitenschienen für Stromspeisung dürfen in den unteren Teil hineinragen.
3) Nur für Güterrampengleise.
4) Bezüglich Fahrleitungsbetrieb siehe NEM 201 und 202.
5) Das Maß H_5 gibt die Begrenzung des lichten Raumes bei tiefster Fahrdrahtlage an. Der Fahrdraht und seine Halterung dürfen in den oberen Teil hineinragen.

Verbindliche Norm **Maße in mm** **Ausgabe 2004**
ersetzt Ausgabe 1985

Im Bereich von Gleisbogen ist die Umgrenzung des lichten Raumes nach NEM 102 außer dem Bereich des Stromabnehmers zur Bogen-Außenseite und Bogen-Innenseite hin jeweils um das Maß ***E*** in Abhängigkeit vom Bogenradius und dem zu verwendenden rollenden Material zu erweitern.



Für die Erweiterung ist der seitliche Ausschlag der Fahrzeuge bestimmend. Den größten seitlichen Ausschlag weisen Drehgestellwagen zur Bogen-Innenseite hin auf. Die Länge des jeweils eingesetzten Drehgestellwagens ist somit ausschlaggebend für die Größe des Maßes ***E***.

Die Drehgestellwagen werden zu diesem Zweck in drei Gruppen unterteilt:

Wagengruppe A
mit bis zu 20,0 m Kastenlänge und 14,0 m Drehzapfenabstand,

Wagengruppe B
mit bis zu 24,2 m Kastenlänge und 17,2 m Drehzapfenabstand,

Wagengruppe C
mit bis zu 27,2 m Kastenlänge und 19,5 m Drehzapfenabstand.

Anmerkung:
Verkürzte Modelle der Wagengruppe C (z.B. bei Nenngröße H0 im Längenmaßstab 1:100) sind ggf. der Wagengruppe B zuzuordnen.

Die **Grenzmaße für die Wagenkastenlänge** entsprechen folgenden Modellmaßen:

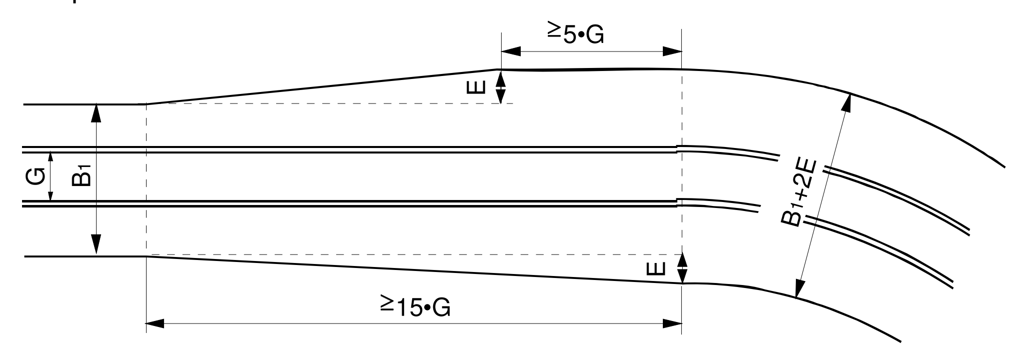
Nenngröße >	**Z**	**N**	**TT**	**H0**	**S**	**0**	**I**	**II**
Wagengruppe A	91	125	167	230	313	460	625	889
Wagengruppe B	110	151	202	278	378	556	756	1076
Wagengruppe C	124	170	227	313	425	625	850	1209

Die Maße für die Erweiterung ***E*** sind der Tabelle auf Seite 2 zu entnehmen. Der Wert für die Wagengruppe A soll nach Möglichkeit nicht unterschritten werden, auch wenn keine Drehgestellfahrzeuge vorhanden sind.

Maßtabelle für E

Nenngröße	Z			N			TT			HO			S			0			I			II		
Radius des Gleisbogens	**Wagengruppen**																							
	A	**B**	**C**	**A**	**B**	**C**	**A**	**B**	**C**	**A**	**B**	**C**	**A**	**B**	**C**	**A**	**B**	**C**	**A**	**B**	**C**	**A**	**B**	**C**
175	2	3	5	4																				
200	2	3	4	4	6																			
225	2	2	4	3	5	7																		
250	1	2	3	3	5	6	6																	
275	1	2	3	3	4	6	5	8																
300	1	2	3	2	4	5	5	7	10															
325	1	1	2	2	3	5	4	6	9	9														
350	1	1	2	2	3	4	4	6	8	8	12													
400	0	1	2	1	2	4	3	5	7	7	11	14												
450	0	1	1	1	2	3	3	4	6	6	9	12	12											
500	0	0	1	1	1	3	2	4	5	5	8	11	10	16										
550	0	0	1	0	1	2	2	3	4	4	7	10	9	14	19									
600	0	0	1	0	1	2	1	3	4	4	6	9	8	13	17	19								
700	0	0	0	0	0	2	1	2	3	3	5	7	7	11	15	16	25							
800	0	0	0	0	0	1	0	2	3	3	4	6	6	9	13	14	22	29						
900	0	0	0	0	0	1	0	1	2	2	3	5	5	8	11	12	19	25	23					
1000	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	3	4	4	7	9	10	17	22	20	31				
1200	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	3	5	7	8	14	18	16	25	34			
1400	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	2	4	6	7	11	15	13	21	28	31		
1600	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	2	3	5	6	9	13	11	18	24	26	41	
1800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	4	5	8	11	9	15	21	23	36	47
2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4	7	9	7	13	18	20	32	42
2500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	5	7	5	10	13	15	24	32
3000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	5	3	7	10	11	19	26
3500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	4	2	5	8	9	16	21
4000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1	4	6	6	13	18

In der Übergangszone zum Gleisbogen ist die Erweiterung der Umgrenzung des lichten Raumes der Skizze entsprechend vorzusehen.

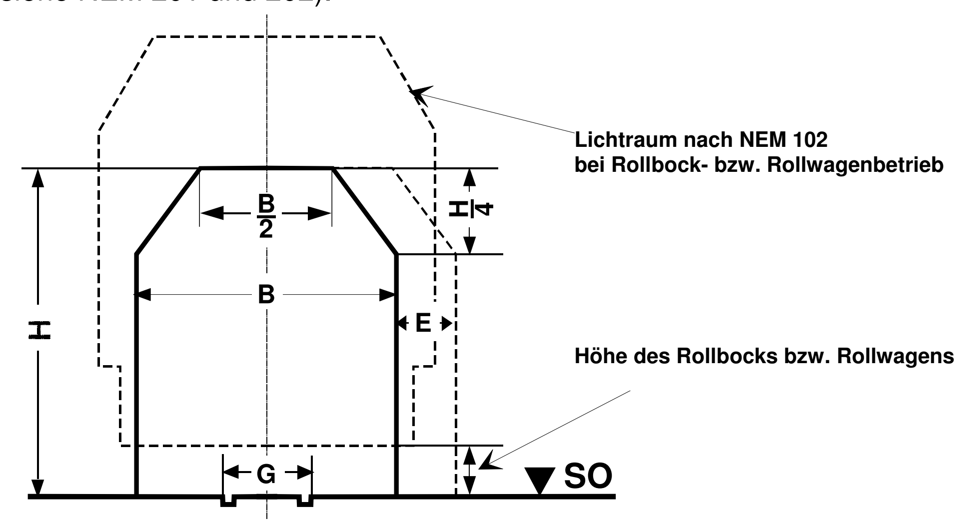


Anmerkung:

Gleisabstände im Bogen sind nach NEM 112 zu bemessen.

Diese Norm bestimmt bei Nachbildung von Schmalspurbahnen mit Spurweiten zwischen 650 und 1250 mm [1] das Umgrenzungsprofil, in das kein fester Gegenstand hineinragen darf, um ein berührungsfreies Verkehren der Fahrzeuge zu gewährleisten.

Bei elektrischen Bahnen mit Oberleitungsbetrieb ist das Lichtraumprofil entsprechend den Erfordernissen zu erweitern (siehe NEM 201 und 202).



Maßtabellen

Nenngröße	Spurweite	H	B
Zm	4,5	19	16
Nm	6,5	26	22
TTm	9,0	34	28
H0m	12,0	48	38
Sm	16,5	64	52
0m	22,5	90	74
Im	32,0	126	104
IIm	45,0	178	146

Nenngröße	Spurweite	H	B
Ne	4,5	24	20
TTe	6,5	32	26
H0e	9,0	46	36
Se	12,0	60	50
0e	16,5	86	70
Ie	22,5	120	98
IIe	32,0	170	138

Die Breitenmaße des Lichtraumprofils gelten nur für gerade Gleisführung.

Im Bereich von Gleisbogen ist das Lichtraumprofil zur Bogen-Außenseite und Bogen-Innenseite hin in Abhängigkeit vom Bogenradius und dem verwendeten rollenden Material jeweils um das Maß ***E*** zu erweitern.

Das Maß ***E*** kann durch Versuche ermittelt oder durch folgende Formel errechnet werden:

$$E = R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{A}{2}\right)^2}$$

Es bedeuten:

E = Erweiterung des Lichtraumprofils

R = Radius des Gleisbogens

A = fester Radstand bzw. Drehzapfenabstand des längsten Fahrzeuges

[1] Siehe NEM 010, Zusatzzeichen „m“ und „e“.

1. Allgemeines

Die in dieser Norm enthaltenen Empfehlungen dienen als Konstruktionshilfe für die Bemessung des Tunnelprofils. Sie führen besonders in schwierigen Fällen, wie sie beispielsweise durch engen Bogenradius oder großen Gleisabstand gegeben sein können, zu einem den jeweiligen Erfordernissen genau angepassten Profil.

Vorzugsweise sollte man Tunneleingänge in die Gerade oder in solche Gleisbogen legen, bei denen eine Erweiterung des lichten Raumes nach NEM 103 nicht oder kaum erforderlich ist, um optisch zu groß wirkende Tunnelöffnungen zu vermeiden.

Die Tunnelwand sollte zumindest im einsehbaren Bereich des Tunneleingangs nachgebildet werden.

Die Größe des Tunnelprofils wird bestimmt durch

- die Betriebsart (mit oder ohne Oberleitung),
- den Bogenradius,
- die Länge der eingesetzten Fahrzeuge und
- den Gleisabstand bei mehrgleisigen Strecken.

Zur Ermittlung der Maße werden folgende Normen herangezogen:

NEM 102 - Umgrenzung des lichten Raumes bei gerader Gleisführung,

NEM 103 - Umgrenzung des lichten Raumes bei Gleisführung im Bogen und

NEM 112 - Gleisabstände.

Beim Rechtecktunnel werden zwischen Tunnelwand und Umgrenzung des lichten Raumes schmale Seitenräume berücksichtigt, wie sie bei neueren Tunneln des Vorbilds als Sicherheitsraum oder für Einbauten üblich sind. Beim Gewölbetunnel ergeben sich diese Seitenräume durch die Wölbung.

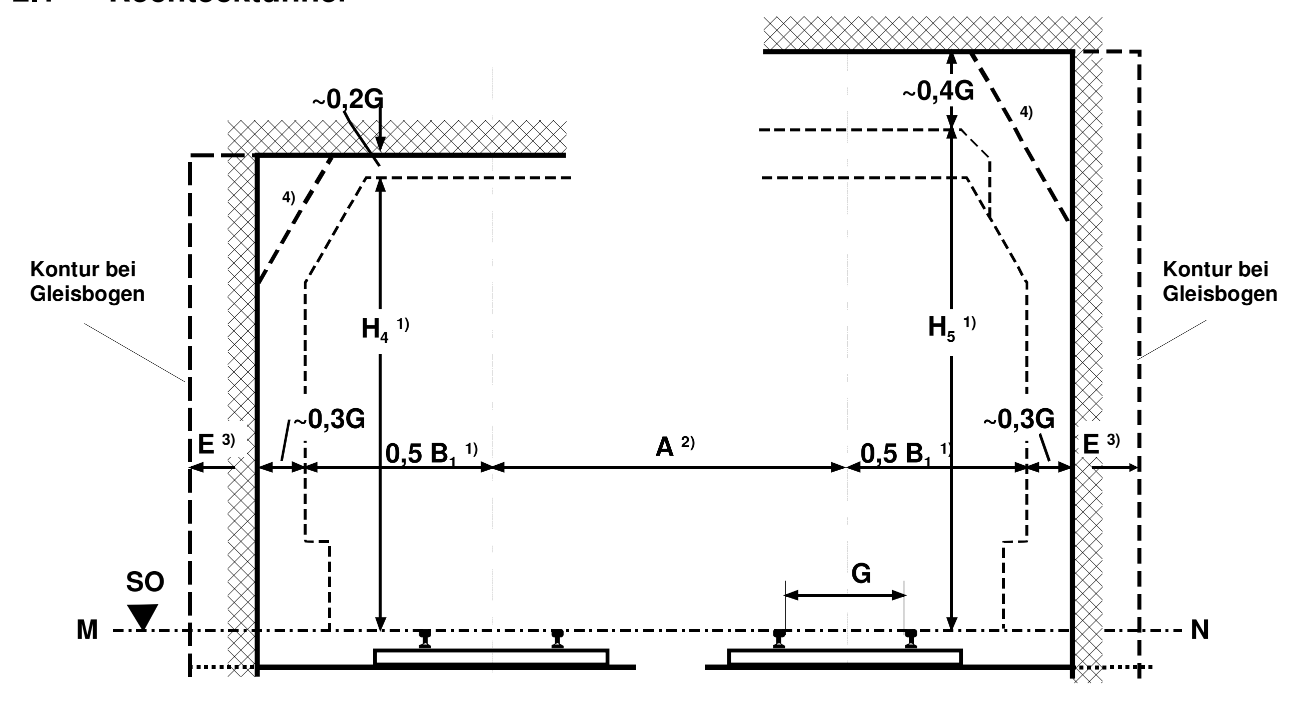
Es empfiehlt sich, bei elektrischem Betrieb die Oberleitung auf die nach NEM 201 zulässige tiefste Lage abzusenken.

Die Profile für Rechtecktunnel sind auch für Brückendurchfahrten anwendbar.

Die dargestellten Tunnelprofile berücksichtigen eventuelle Überhöhungen im Gleisbogen nach NEM 114.

2. Darstellung

2.1 Rechtecktunnel



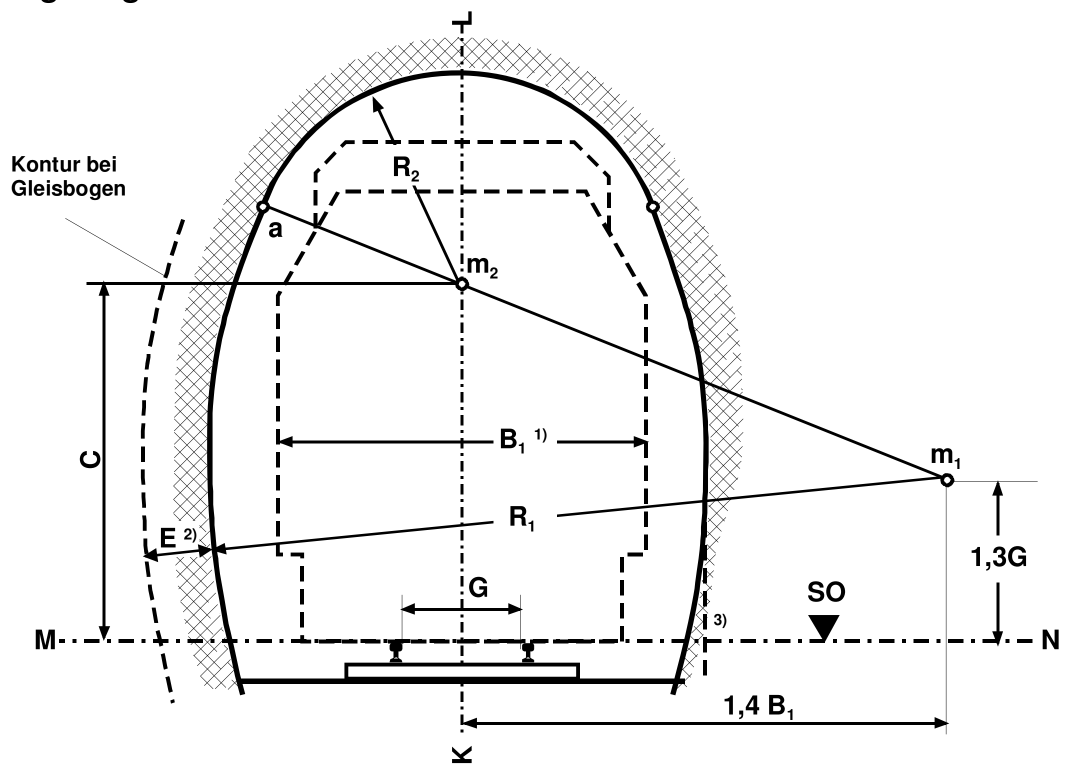
Anmerkungen:
1) Maße B_1, H_4 und H_5 der Umgrenzung des lichten Raumes nach NEM 102
2) Gleisabstand ***A*** nach NEM 112
3) Erweiterung ***E*** nach NEM 103
4) Die Tunnelwand kann im oberen Bereich abgeschrägt werden.

Konstruktion

1. Die Tunnelhöhe setzt sich aus den in der Zeichnung dargestellten Maßen zusammen.
2. Die Tunnelbreite ergibt sich aus dem Breitenmaß B_1 (bei mehrgleisigen Tunneln unter Berücksichtigung der Gleisabstände nach NEM 112) sowie den beiderseitigen Seitenräumen 0,3 G.

   Bei Bogengleisen ist die so ermittelte Tunnelbreite beiderseits noch um das Maß ***E*** (NEM 103) zu erweitern.

2.2 Eingleisiger Gewölbetunnel



Anmerkungen: 1) Maß $\boldsymbol{B_1}$ der Umgrenzung des lichten Raumes nach NEM 102
2) Erweiterung ***E*** nach NEM 103
3) Die Tunnelwand kann im unteren Bereich auch senkrecht ausgeführt werden.

Konstruktion

1. Tunnelachse ***K*** - ***L*** und Horizontale über Schienenoberkante (SO) ***M*** - ***N*** aufzeichnen.
2. Punkte $\boldsymbol{m_1}$ und $\boldsymbol{m_2}$ nach Abbildung bestimmen.

   Maßtabelle für den Wert ***C***:

beim Tunnel ohne Oberleitung:	***C*** = 2,2 G
beim Tunnel mit Oberleitung:	***C*** = 2,8 G bei geradem Gleis,
	C = 2,3 G beim Bogengleis.

3. Bei geradem Gleis: Kreisbogen mit Radius $\boldsymbol{R_1}$ = 2 B_1 um den Punkt $\boldsymbol{m_1}$ zeichnen (ergibt Tunnelwand im unteren Bereich bis zum Punkt **a**).

   Beim Bogengleis ist $\boldsymbol{R_1}$ um das Maß ***E*** (NEM 103) zu vergrößern.

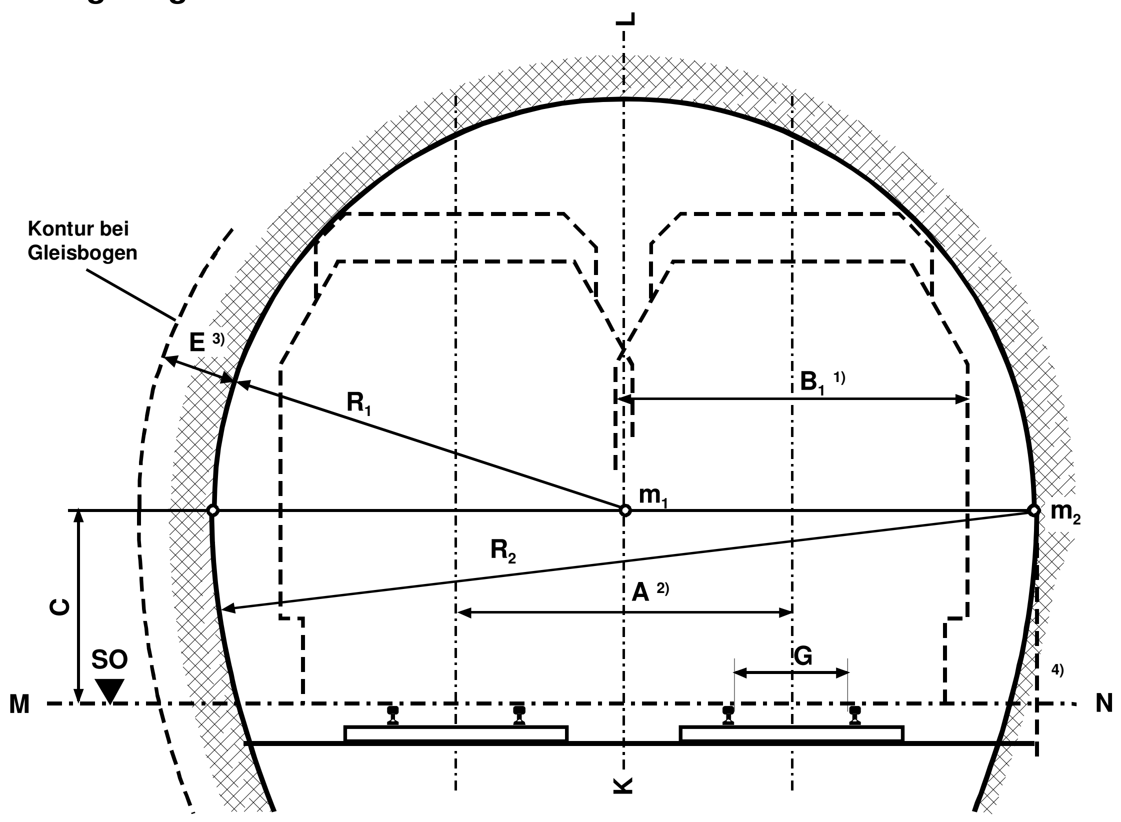
   Beispiel für H0: *Bogenradius 700,* $B_1 = 48$, $E = 7$ *mm*

   $R_1 = 2\ B_1 + E = 96 + 7 = 103$ *mm*

4. Zur Darstellung der gegenüberliegenden Tunnelwand ist spiegelbildlich nach Punkt 2 und 3 zu verfahren.

5. Kreisbogen mit Radius $\boldsymbol{R_2}$ (= Strecke m_2 – a) um den Punkt $\boldsymbol{m_2}$ zeichnen (ergibt Tunnelwand im oberen Bereich).

2.3 Zweigleisiger Gewölbetunnel



Anmerkungen: 1) Maß B_1 der Umgrenzung des lichten Raumes nach NEM 102
2) Gleisabstand ***A*** nach NEM 112
3) Erweiterung ***E*** nach NEM 103
4) Die Tunnelwand kann im unteren Bereich auch senkrecht ausgeführt werden.

Konstruktion

1. Tunnelachse ***K*** - ***L*** und Horizontale über Schienenoberkante (SO) ***M*** - ***N*** aufzeichnen, Gleisabstand ***A*** nach NEM 112 ermitteln.
2. Punkt m_1 auf der Tunnelachse bestimmen und Horizontale durch m_1 aufzeichnen.

   Maßtabelle für den Wert ***C***:

beim Tunnel ohne Oberleitung:	***C*** = 1,5 G bei geraden Gleisen,
	C = 1,7 G bei Bogengleisen,
beim Tunnel mit Oberleitung:	***C*** = 1,8 G bei geraden Gleisen,
	C = 1,7 G bei Bogengleisen.

3. Bei geraden Gleisen: Kreisbogen mit Radius $R_1 = 0{,}5\ A + 0{,}6\ B_1$ um Punkt m_1 zeichnen (ergibt Tunnelwand oberhalb der Horizontalen durch m_1).

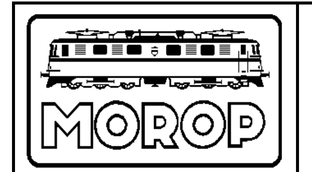
   Bei Bogengleisen ist R_1 um das Maß ***E*** (NEM 103) zu vergrößern.

   Beispiel für H0: *Bogenradius (Innengleis) 700, A = 52, B_1 = 48, E = 7mm*

   $R_1 = 0{,}5\ A + 0{,}6\ B_1 + E = 26 + 29 + 7 = 62\ mm$

4. Kreisbogen mit Radius $R_2 = 2\ R_1$ um Punkt m_2 zeichnen (ergibt Tunnelwand unterhalb der Horizontalen durch m_1).

   Zur Darstellung der gegenüberliegenden Tunnelwand ist spiegelbildlich zu verfahren.



Normen Europäischer Modellbahnen

Gleise und Weichen

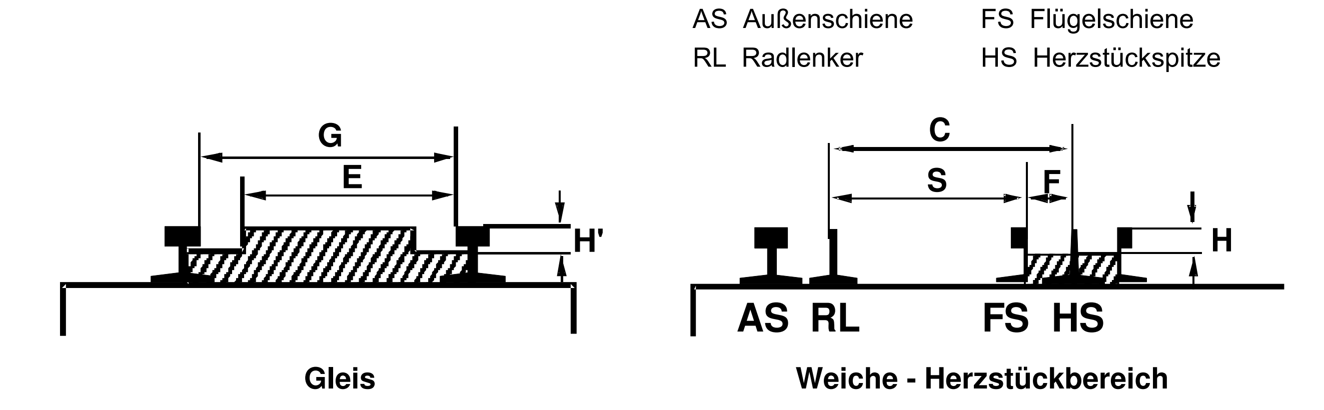
Spurführungs-Maße

NEM
110

Verbindliche Norm **Maße in mm** **Ausgabe 2009 (16112011)**
(ersetzt zusammen mit NEM 310 Ausgabe 2009 die NEM 310 Ausgabe 1977)

Diese Norm ist Grundlage für die Herstellung und Prüfung von Gleisen, Weichen und Kreuzungen. Sie gilt für Gleisanlagen mit Mindest-Bogenradien nach NEM 111. Die NMRA-Normen S 3, S 4 und die NMRA-Empfehlung RP 25 wurden soweit wie möglich berücksichtigt.

Die Maße weichen von den maßstäblichen Verkleinerungen des Vorbildes im Interesse der Betriebssicherheit ab.



Gleis **Weiche - Herzstückbereich**

Die waagerechten Maße dieser Norm werden an den senkrechten Kanten der Schienenprofile gemessen.

Maßtabelle

Spurweite G 2)		C 3)		E 4)	S		F 5)		H 6)
Nennwert	max	min	max 1)	max 1)	min	max 1)	min 1)	max	min
6,5	6,7	5,9	6,0	5,6	5,1	5,2	0,7	0,75	0,6
9	9,2	8,1	8,2	7,8	7,2	7,3	0,8	0,9	0,9
12	12,2	11,0	11,1	10,7	10,0	10,1	0,9	1,0	1,0
16,5	16,8	15,3	15,5	15,0	14,0	14,2	1,1	1,3	1,2
22,5	22,8	20,9	21,1	20,5	19,3	19,5	1,4	1,6	1,4
32	32,3	30,0	30,3	29,4	28,0	28,3	1,7	2,0	1,6
45	45,3	43,1	43,4	42,5	41,1	41,4	1,7	2,0	1,6
64	64,4	61,6	61,8	60,9	59,1	59,3	2,3	2,5	2,0

Anmerkungen

1) Das Anstreben dieser Werte führt zur größtmöglichen Vorbildnähe.
2) Im geraden Gleis ist der Nennwert anzustreben; er gilt stets als Minimalwert. Bei kleinen Radien in Gleisen und Weichen kann eine Spurerweiterung zweckmäßig sein, wenn Fahrzeuge mit einem großen festen Achsabstand verkehren sollen.
3) Die Begrenzung C_{min} gilt nur im kritischen Bereich des Radlenkers.
Um die Grenzwerte für die Leitweite ***C*** einzuhalten, ist eine beliebige Aneinanderreihung der Grenzwerte der Herzstückrillenweite ***F*** und des Leitflächenabstandes ***S*** nicht zulässig.

4) Die Begrenzung E_{max} gilt bei Leitschienen, wie sie bei Gleisbogen mit kleinen Radien verwendet werden, bei Schutzschienen auf Brücken, in den Rillen der Bahnübergänge, für die abliegenden Weichenzungen (siehe NEM 124) und für die Enden der Flügelschienen der Weichen, damit die Rückenflächen der Räder nicht an der Rillenkante anlaufen. Besteht diese Rille jedoch innen aus einer Schiene entgegengesetzter Polarität, z.B. die abliegende Weichenzunge, soll E_{max} um 0,2 mm verringert werden.

5) Die Begrenzung F_{max} am Herzstück darf überschritten werden, wenn ein Spurkranzauflauf (Rad läuft auf dem Spurkranz statt auf der Lauffläche) vorgesehen ist.
Die Einhaltung der maximalen Rillenweite am Herzstück gestattet den gemeinschaftlichen Betrieb mit Rädern, deren Spurkränze eine unterschiedliche Höhe ***D*** (nach NEM 310) haben.
Werden infolge der Schrägstellung der Radsätze im Rillenbereich Erweiterungen über das Maß F_{max} hinaus notwendig bzw. muss aus dem gleichen Grund der Wert ***S*** verkleinert werden, so darf das Minimum der Spurkranzhöhe ***D*** nur 0,1 mm kleiner sein als das Maximum. Die Rillentiefe H_{max} darf dann nur $\geq H_{min}$ + 0,1 mm sein. Gleisstücke mit vergrößerter Rillenweite ***F*** sind für Fahrzeuge mit Rädern nach NMRA-Standards nicht geeignet.
Die notwendige Rillenweite ***F*** am Herzstück wird durch die Schrägstellung der Räder im Gleisbogen bestimmt. Es gelten folgende Richtwerte:
R > 55 ***G***: Minimales Maß F
R > 42 ***G***: Mittelwert von Fmin und Fmax
R > 30 ***G***: Maximales Maß F
R < 30 ***G***: Besondere Ermittlung von F, wenn Fahrzeuge mit großem festen Achsstand verkehren.

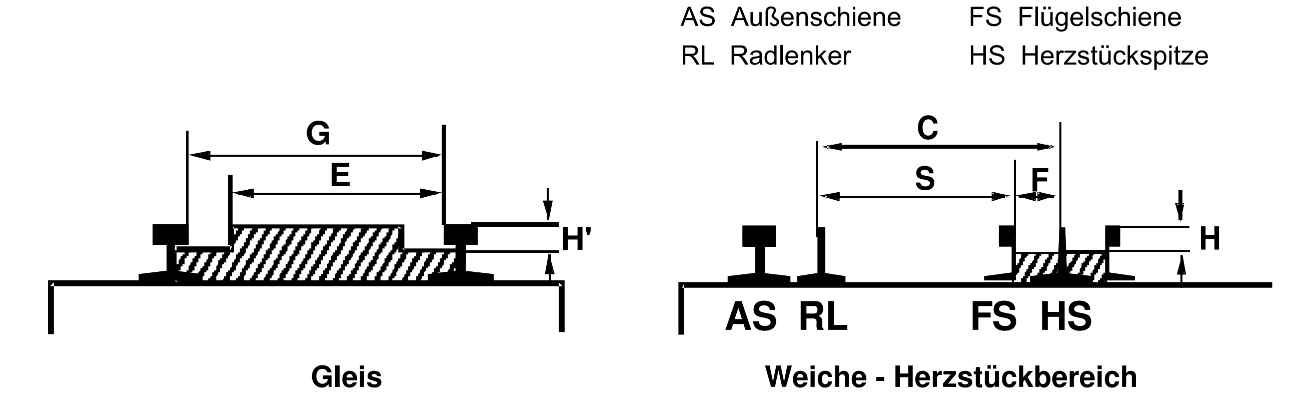
Außerhalb der Herzstückrillen gilt am Radlenker: $F_R = G - C$ und in freien Rillen: $F' = G - E$.

6) H_{min} gilt nur für die Tiefe der Rillen am Herzstück. Im Übrigen ist eine Tiefe $H' > 1,3\ H$ unter SO einzuhalten. Die Kanten der nichtmetallischen Herzstücke sollen 0,1 mm unter SO liegen.

Verbindliche Norm **Maße in mm** **Ausgabe 2011**
(ersetzt Ausgabe 2010)

Diese Norm ist Grundlage für die Herstellung und Prüfung von Gleisen, Weichen und Kreuzungen und gilt für Gleisanlagen mit Mindest-Bogenradien nach NEM 111. Sie ist eine Weiterentwicklung auf der Basis der Norm Europäischer Dampf- und Gartenbahnen NEDG 310.

Die Maße weichen von den maßstäblichen Verkleinerungen des Vorbildes im Interesse der Betriebssicherheit ab.



Die waagerechten Maße dieser Norm werden an den senkrechten Kanten der Schienenprofile gemessen.

Maßtabelle

Spurweite G [2)]		C [3)]		E [4)]	S		F [5)]		H [6)]
Nennwert	max	min	max [1)]	max [1)]	min	max [1)]	min [1)]	max	min
89	92	85,0	86,7	83,0	80,3	82,0	3,0	4,7	4,0
127	130	122,0	123,0	119,0	115,0	116,0	6,0	7,0	4,7
184	190	176,0	178,0	173,0	168,0	170,0	6,0	8,0	6,3
260	268	251,5	253,0	254,0	240,0	241,5	10,0	11,5	9,0

Anmerkungen:

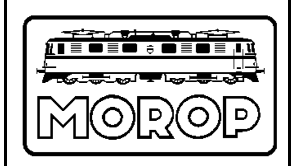
1) Das Anstreben dieser Werte führt zur größtmöglichen Vorbildnähe.
2) Im geraden Gleis ist der Nennwert anzustreben; er gilt stets als Minimalwert. Bei kleinen Radien in Gleisen und Weichen kann eine Spurerweiterung zweckmäßig sein, wenn Fahrzeuge mit einem großen festen Achsabstand verkehren sollen.
3) Die Begrenzung C_{min} gilt nur im kritischen Bereich des Radlenkers.

   Um die Grenzwerte für die Leitweite ***C*** einzuhalten, ist eine beliebige Aneinanderreihung der Grenzwerte der Herzstückrillenweite ***F*** und des Leitflächenabstandes ***S*** nicht zulässig.
4) Die Begrenzung E_{max} gilt bei Leitschienen, wie sie bei Gleisbogen mit kleinen Radien verwendet werden, bei Schutzschienen auf Brücken, in den Rillen der Bahnübergänge, für die abliegenden Weichenzungen (siehe NEM 124) und für die Enden der Flügelschienen der Weichen, damit die Rückenflächen der Räder nicht an der Rillenkante anlaufen.

5) Die Begrenzung F_{max} am Herzstück darf überschritten werden, wenn ein Spurkranzauflauf (Rad läuft auf dem Spurkranz statt auf der Lauffläche) vorgesehen ist.
Die Einhaltung der maximalen Rillenweite am Herzstück gestattet den gemeinschaftlichen Betrieb mit Rädern, deren Spurkränze eine unterschiedliche Höhe ***D*** (nach NEM 310G) haben.
Werden infolge der Schrägstellung der Radsätze im Rillenbereich Erweiterungen über das Maß F_{max} hinaus notwendig bzw. muss aus dem gleichen Grund der Wert ***S*** verkleinert werden, so darf das Minimum der Spurkranzhöhe ***D*** nur 1 mm kleiner sein als das Maximum. Die Rillentiefe H_{max} darf dann nur $\geq H_{min} + 1$ mm sein.
Die notwendige Rillenweite ***F*** am Herzstück wird durch die Schrägstellung der Räder im Gleisbogen bestimmt. Es gelten folgende Richtwerte:
R > 55 ***G***: Minimales Maß F
R > 42 ***G***: Mittelwert von Fmin und Fmax
R > 30 ***G***: Maximales Maß F
R < 30 ***G***: Besondere Ermittlung von F, wenn Fahrzeuge mit großem festen Achsstand verkehren.

Außerhalb der Herzstückrillen gilt am Radlenker: $F_R = G - C$ und in freien Rillen: $F' = G - E$.

6) H_{min} gilt nur für die Tiefe der Rillen am Herzstück. Im Übrigen ist eine Tiefe $H' > 1{,}3\ H$ unter SO einzuhalten.



Kleinste Bogenradien

Empfehlung **Ausgabe 1989** (30092010)

1. Zweck

Eine maßstäbliche Umrechnung von Vorbildmaßen, wie sie beispielsweise im Fahrzeug-Modellbau üblich ist, kann bei der Linienführung von Gleisen auf Modellbahnanlagen in der Regel nicht angewandt werden. Besonders auffällig tritt die überproportionale Verkleinerung der Bogenradien in Erscheinung.

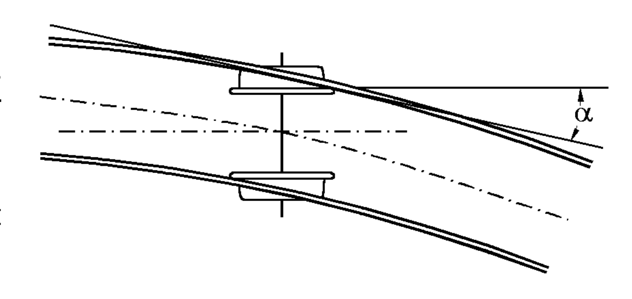
Eine Begrenzung der Bogenradius-Reduzierung ist sowohl zur optischen Wahrung einer gewissen Wirklichkeitstreue als auch wegen mechanischer Zwänge des Fahrzeuglaufs erforderlich. Demgegenüber spielen die beim Vorbild bedeutsamen kinematischen Einflüsse einer Fahrt im Gleisbogen beim Modell keine wesentliche Rolle, insbesondere nicht, wenn Übergangsbogen nach NEM 113 verlegt sind.

Bei den Festlegungen dieser Norm sind allein die mechanischen Bedingungen des Bogenlaufs maßgebend, während subjektive Eindrücke der Wirklichkeitstreue außer Betracht bleiben.

2. Abhängigkeiten zwischen Fahrzeug und Bogenradius

2.1 Fahrzeuge mit festem Achsstand

Bei Fahrzeugen mit nicht radial einstellbaren Endachsen ist der Anlaufwinkel α des Rades gegen die Schiene maßgebend (siehe Abb.). Er darf nicht größer als 12° sein.



Zur Verminderung des Reibungswiderstandes und zur Erhöhung der Sicherheit gegen Entgleisung ist es ratsam, die in der Tabelle empfohlenen kleinsten Bogenradien nicht zu unterschreiten.

2.2 Fahrzeuge mit Drehgestellen

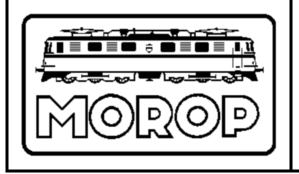
Bei Fahrzeugen mit Drehgestellen begrenzen im Allgemeinen die Befestigungsart und der seitliche Ausschlag der Kupplungen den Verdrehungsbereich der Drehgestelle.

Die Einhaltung der empfohlenen kleinsten Bogenradien gemäß Tabelle führt auch bei Fahrzeugen mit Drehgestellen zu einem befriedigenden Bogenlauf.

3. Kleinste Bogenradien

Aufgrund vorgenannter Zusammenhänge ergeben sich in Abhängigkeit von Gleisart und Wagengruppe (NEM 103) folgende zulässige und empfohlene kleinste Bogenradien (G = Spurweite nach NEM 110):

	Normalspur-Wagengruppe			**Schmalspur**
	A	**B**	**C**	
zulässiger kleinster Bogenradius	22 G	25 G	30 G	15 G
empfohlener kleinster Bogenradius				
- für Nebengleise in Bahnhöfen	25 G	30 G	35 G	20 G
- für Hauptgleise auf Nebenbahnen	30 G	35 G	40 G	25 G
- für Hauptgleise auf Hauptbahnen	35 G	40 G	45 G	30 G



Normen Europäischer Modellbahnen

Gleisabstände

NEM
112

Empfehlung **Maße in mm** **Ausgabe 2004** (08072007)
ersetzt Ausgabe 1985

1. Dieses Normblatt dient als Hilfsmittel

- zur Bestimmung des Mindestgleisabstandes im Bogen aufgrund der Länge vorhandener Fahrzeuge und
- zur Prüfung, ob Fahrzeuge bestimmter Länge auf Gleisanlagen, deren Gleisabstände im Bogen bekannt sind, eingesetzt werden können.

2. Die Abstände **gerader** Regelspurgleise - gemessen von Gleismitte zu Gleismitte - sollen die in der Tabelle dargestellten Werte nach Möglichkeit nicht unterschreiten.

Nenngröße	**Z**	**N**	**TT**	**H0**	**S**	**0**	**I**	**II**
Auf freier Strecke	19	25	34	46	63	89	125	178
In Bahnhöfen	21	28	38	52	71	103	141	200

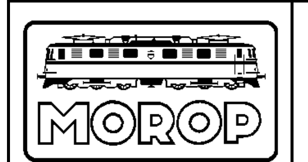
3. Im **Bogen** muss der Gleisabstand vergrößert werden. Die anzuwendenden Mindestgleisabstände sind der folgenden Tabelle zu entnehmen, die jeweils nach den Wagengruppen A, B und C entsprechend **NEM 103** untergliedert ist. Das für die Wagengruppe A angegebene Maß soll nach Möglichkeit nicht unterschritten werden, auch wenn keine Drehgestellfahrzeuge vorhanden sind.
Der angegebene Gleisabstand muss bereits am Bogenanfang in voller Höhe vorhanden sein.

Tabelle der Gleisabstände

siehe Seite 2

Tabelle der Gleisabstände

Nenngröße	Z			N			TT			HO			S			0			I			II		
Radius des inneren Gleisbogens	**Wagengruppen**																							
	A	**B**	**C**	**A**	**B**	**C**	**A**	**B**	**C**	**A**	**B**	**C**	**A**	**B**	**C**	**A**	**B**	**C**	**A**	**B**	**C**	**A**	**B**	**C**
175	21	23	25	31																				
200	20	22	24	30	33																			
225	19	21	23	29	32	35																		
250	19	20	22	28	31	33	40																	
275	19	20	21	27	30	32	39	44																
300	19	19	21	27	29	31	38	42	46															
325	19	19	20	26	28	30	37	41	45	57														
350	19	19	20	26	28	29	36	40	43	55	62													
400	19	19	19	25	27	28	35	38	41	53	59	64												
450	19	19	19	25	26	27	34	37	40	51	57	61	76											
500	19	19	19	25	25	26	34	36	38	50	55	59	74	83										
550	19	19	19	25	25	26	34	35	37	49	53	57	72	80	88									
600	19	19	19	25	25	26	34	34	36	48	52	55	70	78	84	116								
700	19	19	19	25	25	25	34	34	35	46	50	52	67	74	80	110	125							
800	19	19	19	25	25	25	34	34	34	46	48	50	65	71	76	106	119	130						
900	19	19	19	25	25	25	34	34	34	46	47	48	64	68	73	103	114	123	154					
1000	19	19	19	25	25	25	34	34	34	46	46	47	63	66	70	100	110	118	149	166				
1200	19	19	19	25	25	25	34	34	34	46	46	46	63	64	67	96	104	111	142	155	169			
1400	19	19	19	25	25	25	34	34	34	46	46	46	63	63	64	93	99	105	136	147	159	208		
1600	19	19	19	25	25	25	34	34	34	46	46	46	63	63	63	91	96	101	132	141	151	201	225	
1800	19	19	19	25	25	25	34	34	34	46	46	46	63	63	63	89	93	98	129	137	145	196	216	234
2000	19	19	19	25	25	25	34	34	34	46	46	46	63	63	63	89	91	95	126	133	140	190	208	224
2500	19	19	19	25	25	25	34	34	34	46	46	46	63	63	63	89	89	90	125	126	132	181	195	207
3000	19	19	19	25	25	25	34	34	34	46	46	46	63	63	63	89	89	89	125	125	126	178	185	195
3500	19	19	19	25	25	25	34	34	34	46	46	46	63	63	63	89	89	89	125	125	125	178	178	187
4000	19	19	19	25	25	25	34	34	34	46	46	46	63	63	63	89	89	89	125	125	125	178	178	181



Normen Europäischer Modellbahnen

Übergangsbogen

Empfehlung **Maße in mm** **Ausgabe 2007**
ersetzt Ausgabe 1987

1. Zweck und Begriff

Der unmittelbare Anschluss eines Kreisbogens an eine Gerade oder an einen Gegenbogen bewirkt bei der Durchfahrt von Fahrzeugen

- einen seitlichen Ruck durch die plötzliche Richtungsänderung sowie
- eine gegenseitige Verschiebung benachbarter Fahrzeugenden.

Um diese störenden Erscheinungen zu mindern, empfiehlt es sich, auf der freien Strecke und in den Durchfahrgleisen der Bahnhöfe Übergangsbogen (ÜB) einzubauen.

Der ÜB ist eine Kurve mit sich stetig veränderndem Radius, der sich beim Übergang aus der Geraden von unendlich bis auf den Radius des anschließenden Kreisbogens vermindert.

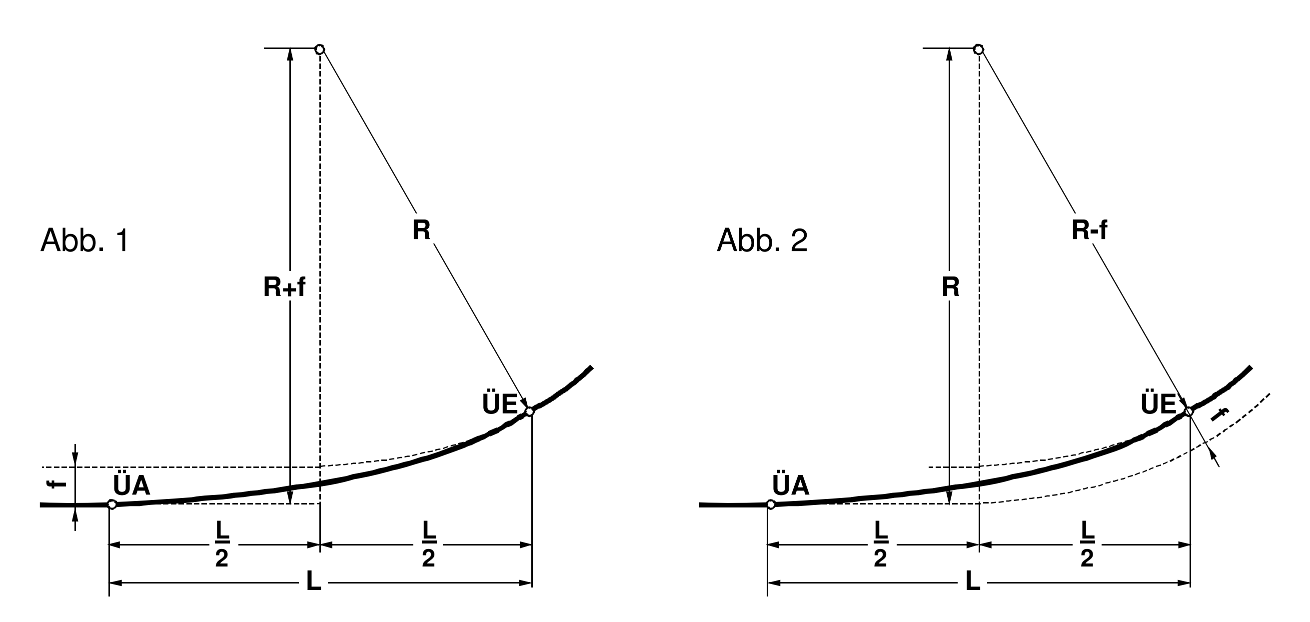
Besonders vorteilhaft sind ÜB bei Kreisbogen mit kleinem Radius, während man bei Bogenradien > 60 G [1] auf ÜB verzichten kann.

2. Darstellung

Je eine Hälfte des ÜB ersetzt eine entsprechende Länge der Geraden und des Kreisbogens.

Für den Anschluss des ÜB an die Gerade und den Kreisbogen wird

- entweder die Gerade parallel um den Wert ***f*** verschoben (Abb. 1)
- oder der Radius des Kreisbogens um den Wert ***f*** verkleinert (Abb. 2).



Gegenbogen mit ÜB können ohne Zwischengerade aneinander anschließen.

Wird eine Überhöhung im Gleisbogen vorgesehen, ist NEM 114 zu beachten.

[1] G = Spurweite

3. Abmessungen

Als Kennwerte für den ÜB gelten nach Abb. 3 die Abmessungen

L = Länge des ÜB,

f = Verschiebung der Geraden bzw. Reduzierung des Radius.

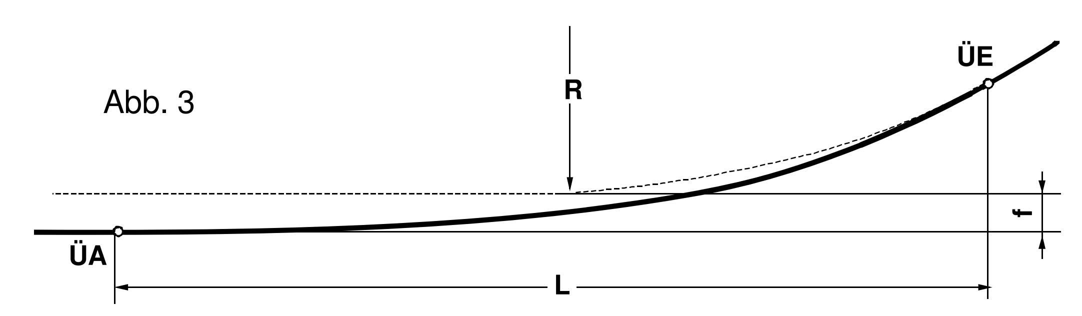


Abb. 3

Um die zu einem bestimmten Kreisbogen mit dem Radius ***R*** passende Kombination der Werte ***L*** und ***f*** zu bestimmen, werden zwei Methoden zur Wahl gestellt:

3.1 Anwendung empfohlener Werte

Bei dieser Methode wird für jede Spurweite ein konstanter Wert ***f*** nach Tabelle 1 festgelegt.

Tabelle 1

Spurweite G	6,5	9	12	16,5	22,5	32	45	64
Wert **f**	3	4	6	9	13	18	25	36

Die ÜB-Länge kann errechnet werden nach der Formel

$$L = \sqrt{f \bullet 24\ R}$$

oder lässt sich für ausgewählte Bogenradien der Tabelle 2 entnehmen:

Tabelle 2

G \ R	150	175	200	250	300	350	400	500	600	700	800	1000	1200	1400	1600	2000	2500	3000
6,5	100	110	120	135	145	160												
9		130	140	155	170	185	195	220										
12				190	210	225	240	270	295	320								
16,5						275	295	330	360	390	415	465						
22,5								395	430	465	500	560	610	660				
32										550	590	655	720	780	830	930	1040	1140
45												775	850	915	980	1095	1225	1340
64														1100	1175	1315	1470	1610

3.2 Anwendung beliebiger ÜB-Längen

Die ÜB-Länge ***L*** kann unabhängig vom Bogenradius unter folgenden Bedingungen frei gewählt werden:

- ***L*** soll kleiner als ***R*** sein, möglichst < 0,8 R,
- ***L*** soll mindestens der Länge des längsten verkehrenden Fahrzeuges entsprechen.

Der Wert ***f*** ist in Abhängigkeit vom Verhältnis ***L* : *R*** nach Tabelle 3 zu errechnen.

Tabelle 3

$^{L}/_{R}$	<0,6	0,6 – 0,8	>0,8 (vermeiden)
f	$\frac{L^2}{24\ R}$	$\frac{L^2}{23\ R}$	$\frac{L^2}{22\ R}$

4. Ausführung [2]

Nachdem die Werte ***L*** und ***f*** bestimmt sind, können die Endpunkte ÜA und ÜE des ÜB markiert werden, indem

- man eine Parallele zur Geraden in ihrer endgültigen Lage im Abstand der Endordinate $y_E = 4f$ zeichnet, deren Schnittpunkt mit dem Kreisbogen den Punkt ÜE ergibt (Abb. 4),
- die ÜB-Länge ***L*** auf der Geraden in ihrer endgültigen Lage, ausgehend von der Senkrechten zum Punkt ÜE, abgemessen und damit der Punkt ÜA ermittelt wird.

Für die Darstellung des ÜB kann zwischen zwei Ausführungsverfahren gewählt werden:

4.1 Konstruktion über Zwischenpunkte

Die Zwischenordinaten y_i werden als Teile der Endordinate y_E nach Tabelle 4 errechnet.

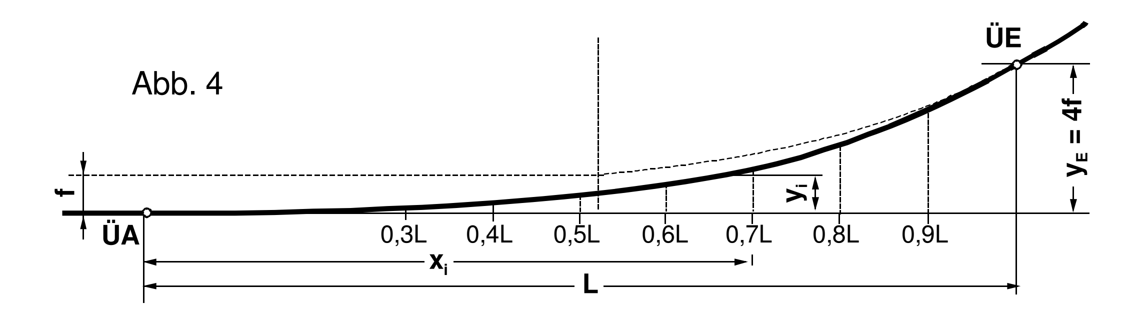


Tabelle 4

x_i	0	0,3 L	0,4 L	0,5 L	0,6 L	0,7 L	0,8 L	0,9 L	1,0 L
y_i	0	0,03 y_E	0,06 y_E	0,125 y_E = 0,5 f	0,21 y_E	0,33 y_E	0,49 y_E	0,72 y_E	1,0 y_E = 4 f

Beispiele: Gegeben: Spurweite G = 16,5 und Bogenradius R = 600

Methode 3.1		**Methode 3.2**	
Wert ***f*** laut Tabelle 1:	**f** = 9	Gewählte ÜB-Länge:	L = 0,7 R = 420
ÜB-Länge laut Tabelle 2:	L = 360	Wert ***f*** laut Tabelle 3:	$L^2 / 23R \approx 13$
Endordinate:	$y_E = 4f = 36$	Endordinate:	$y_E = 4f = 52$

Zwischenordinaten: Bei $x_i = 0,7$ L ist $y_i = 0,33\ y_E$ (Tabelle 4) folglich:

$0,33 \cdot 36 \approx 12$ usw. | $0,33 \cdot 52 \approx 17$ usw.

Anmerkung:
Für kleine Spurweiten genügt im Allgemeinen die Markierung der Zwischenpunkte 0,3 / 0,5 / 0,7 L.

[2] Da sich der Modellbahner im Allgemeinen auf die Anwendung einiger ausgewählter Bogenradien beschränken wird, empfiehlt es sich, hierfür nach einem der vorbeschriebenen Verfahren Schablonen für die benötigten ÜB herzustellen.

4.2 Anwendung eines biegsamen Stabes

Der ÜB kann anhand eines nach Abb. 5 angefertigten biegsamen Stabes aufgezeichnet werden. Am geeignetsten ist ein elastischer, stets in seine Ausgangslage zurückfedernder rechteckiger Metallstab mit den ungefähren Abmessungen des Schienenprofils. Ein Ende des Stabes wird mit einer Platte versteift, die zugleich zur Befestigung auf der Unterlage dient.

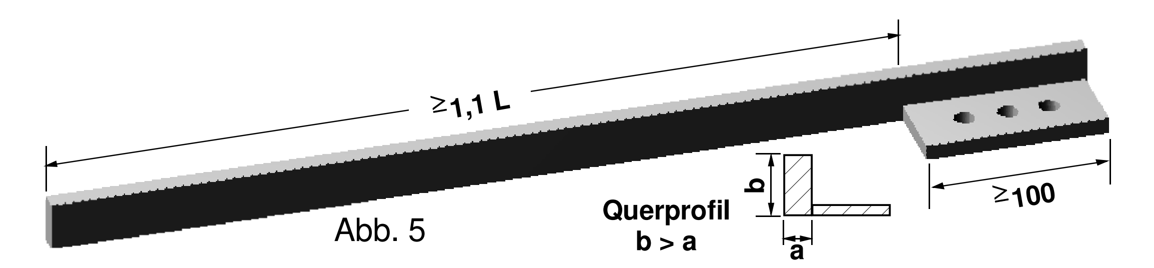


Abb. 5

Am Punkt ÜE wird der Stab tangential an den Kreisbogen angelegt und die Platte wird in dieser Lage auf der Unterlage befestigt. Durch Biegen wird der Stab an den Punkt ÜA herangeführt und dient damit als Kurvenlineal zum Aufzeichnen des ÜB (Abb. 6).

Ist der Kreismittelpunkt unbekannt, so kann die Tangente mit Hilfe des Punktes K ermittelt werden.

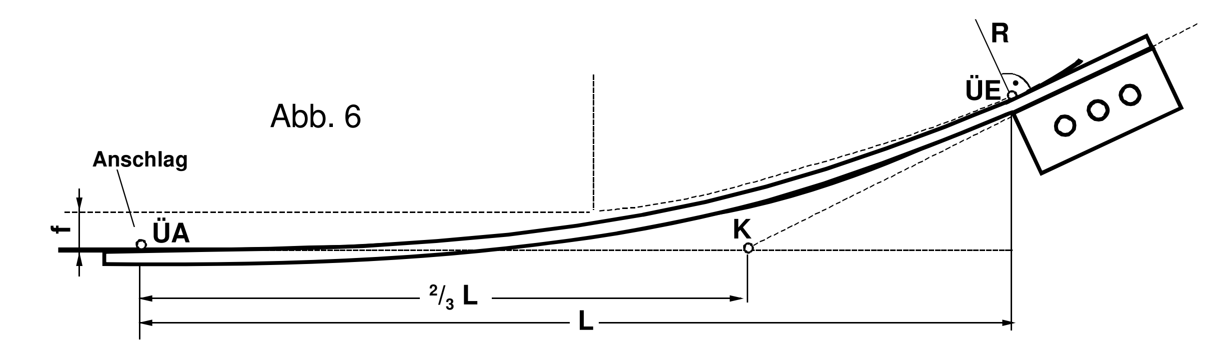
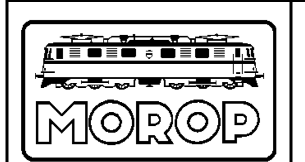


Abb. 6



Normen Europäischer Modellbahnen

Überhöhung im Gleisbogen

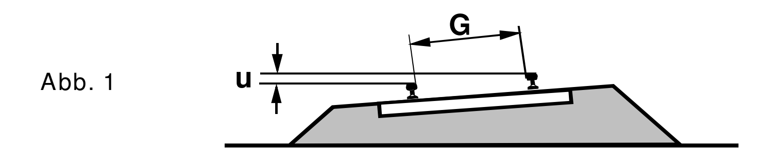
NEM
114
1 Seite

Empfehlung | **Maße in mm** | **Ausgabe 2007**
(ersetzt Ausgabe 1983)

1. Zweck und Begriff

Die Überhöhung dient beim Vorbild der Fahrsicherheit der Fahrzeuge im Bogen, indem die durch den Bogenlauf hervorgerufene Seitenbeschleunigung im Fahrzeug bzw. in der Gleisebene durch die erhöhte Lage der äußeren Schiene um das Maß ***u*** gegenüber der inneren Schiene ganz oder teilweise kompensiert wird (Abb. 1).

Abb. 1



Im Modellbahnbetrieb ist eine Überhöhung aus fahrdynamischen Gründen nicht notwendig; sie erhöht sogar die Gefahr des Kippens von Fahrzeugen nach innen. Deswegen soll eine aus optischen Gründen angewandte Überhöhung den Wert G/15 nicht überschreiten. Empfohlen wird:

G	6,5	9	12	16,5	22,5	32	45	64
u_{max}	0,4	0,6	0,8	1	1,5	2	3	4

Bei Zahnradbahnen findet man beim Vorbild gewöhnlich keine oder nur eine sehr geringe Überhöhung.

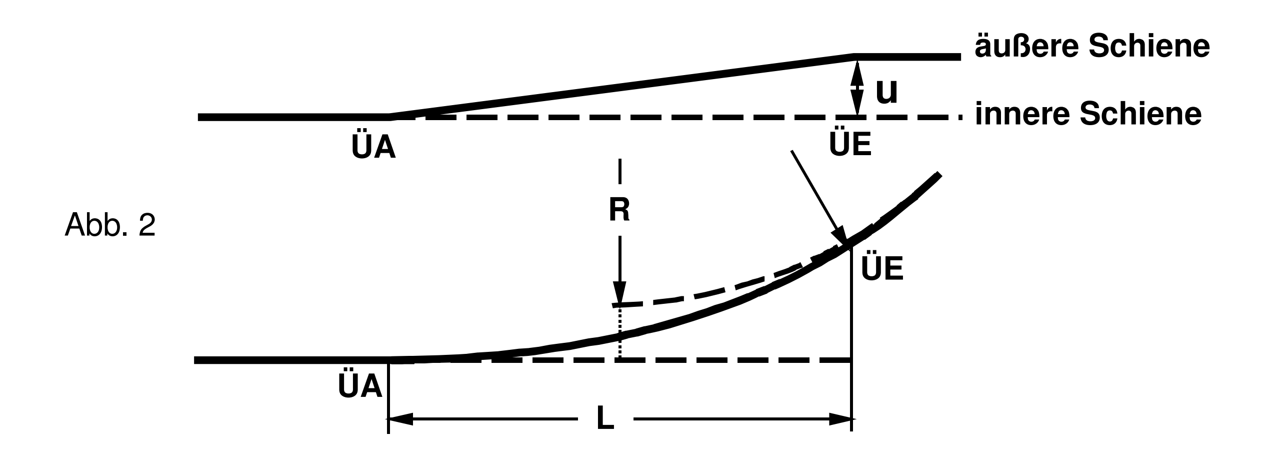
2. Darstellung

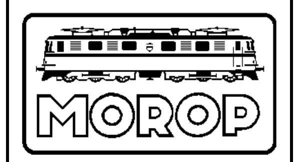
Im Gleisbogen wird für die innere Schiene die Ebene bzw. Neigung des geraden Gleises beibehalten, während die äußere Schiene um das Maß ***u*** gegenüber dem Niveau der inneren Schiene erhöht wird.

Gleisbogen mit Überhöhung sollen mit Übergangsbogen (siehe NEM 113) erstellt werden; die Länge der Überhöhungsrampe soll der Länge des Übergangsbogens entsprechen.

Der Anstieg zur Überhöhung wird gleichmäßig über die Länge des Übergangsbogens verteilt (Abb. 2).

Abb. 2





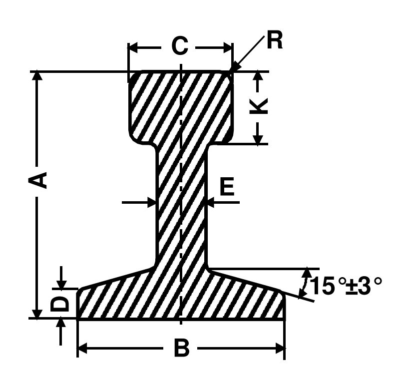
Normen Europäischer Modellbahnen

Schienenprofile und -laschen

NEM
120
1 Seite

Empfehlung **Maße in mm** **Ausgabe 2010**
(ersetzt Ausgabe 1993)

1. Schienenprofile



Maßtabelle

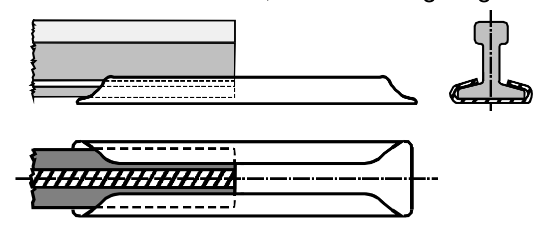
Profil 1)	A 8)	B 2)	C 2)	Dmax	E 2)	K 2)	Rmax	Code 3)	Vorzugsweise für Nenngröße 7)		
									4)	5)	6)
10	$1{,}0^{+0{,}1}$	0,9	0,5	0,2	0,3	0,35	0,1	40	Z	Z	Nm
14	$1{,}4^{+0{,}1}$	1,3	0,7	0,2	0,4	0,4	0,15	55	N, Z	TT, N, Nm	TTm/e, H0i
18	$1{,}8^{+0{,}1}$	1,6	0,8	0,25	0,4	0,5	0,15	70	H0,TT, N	H0, TTm	H0m/e, Si
20	$2{,}0^{+0{,}2}$	1,8	0,9	0,25	0,5	0,55	0,2	83	H0, TT	S, H0m	Sm/e, 0i
25	$2{,}5^{+0{,}2}$	2,2	1,1	0,3	0,6	0,6	0,2	100	S, H0	Sm	0e
30	$3{,}0^{+0{,}2}$	2,7	1,3	0,35	0,7	0,8	0,25	125		0	0m/e, Ii
35	$3{,}5^{+0{,}3}$	3,2	1,6	0,4	0,8	0,9	0,3		0	0m	Ie, IIi
38	$3{,}8^{-0{,}5}$	3,4	1,7	0,5	0,9	0,9	0,25	148	0	I	Im/e
50	$5{,}0^{+0{,}2\ -0{,}4}$	4,5	2,3	0,6	1,2	1,3	0,4		I		IIm, IIe
63	$6{,}3^{+0{,}7}$	4,9	2,5	0,6	1,0	1,7	0,3	250		II	
70	$7{,}0^{+0{,}7}$	5,5	3,1	0,6	1,0	2,1	0,3		II		

Anmerkungen:

1) Das Profil wird mit einer Zahl bezeichnet, die das Zehnfache der Nennhöhe in mm ausdrückt.
2) Richtmaße.
3) vergleichbar mit dem NMRA-Profil Code .... nach RP 15.1.
4) bei der Nachbildung moderner Hauptbahnen.
5) bei der Nachbildung von Hauptbahnen früherer Epochen und Nebenbahnen sowie Schmalspurbahnen ab Epoche IV.
6) bei der Nachbildung sonstiger Schmalspurbahnen.
7) Sind für eine Nenngröße mehrere Profile genannt, ist bei Neuentwicklungen das jeweils kleinere Profil anzustreben.
8) Bei der Wahl der Profilhöhe und / oder Schienenbefestigung ist zu berücksichtigen, dass ein ausreichender Freiraum für die maximale Spurkranzhöhe der einzusetzenden Fahrzeuge verbleibt.

2. Schienenlaschen

Schienenlaschen können verschiedene Formen haben; die Abbildung zeigt ein Ausführungsbeispiel.



Die Laschen müssen eine sichere mechanische und erforderlichenfalls elektrische Verbindung gewährleisten und den Sicherheitsanforderungen entsprechen. Die Länge der Laschen soll etwa das Vierfache der Schienenhöhe betragen. Befestigte Laschen sind jeweils an der linken Schiene (von der Mitte des Gleisstückes aus gesehen) anzubringen.

1. Zweck

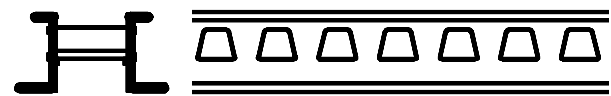
Die Norm enthält Festlegungen der für einen funktionsfähigen Zahnradbetrieb maßgebenden Nennwerte. ISO-Normen für Evolventen-Verzahnungen wurden hierbei zwecks Verwendung handelsüblicher Werkzeuge berücksichtigt.

2. Bauformen des Vorbilds

2.1 System Riggenbach

Leiterzahnstange mit eingeschweißten oder eingenieteten Zähnen.

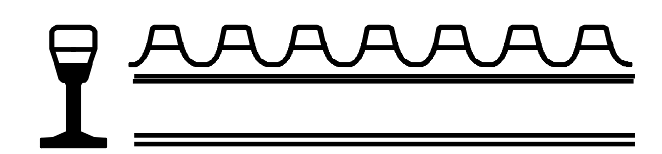
Zahnteilung = 100 mm.



2.2 System Strub

Zahnstange aus Keilkopfschiene hergestellt.

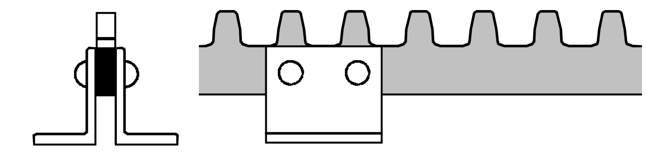
Zahnteilung = 100 mm.



2.3 System Von Roll

Einlamellige Zahnstange mit bis zu 120 mm Lamellenbreite.

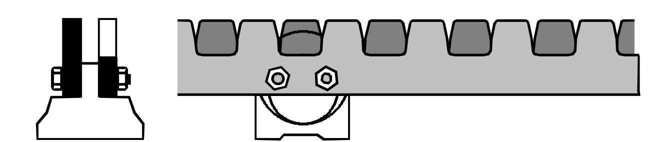
Zahnteilung = 100 mm.



2.4 System Abt

Zweilamellige Zahnstange mit bis zu 35 mm Lamellenbreite.

Zahnteilung = 120 mm. Beide Lamellen sind um 60 mm gegeneinander versetzt.



2.5 Übrige Systeme

Die Bauform **Klose** weicht nur in konstruktiven Details vom System Riggenbach ab.

Die Systeme **Marsh** (Leiterzahnstange mit runden Zahnstegen) und **Locher** (horizontal angeordnete zweilamellige Zahnstange mit 85 mm Teilung) bleiben in dieser Norm unberücksichtigt.

3. Höhenlage der Zahnstangen

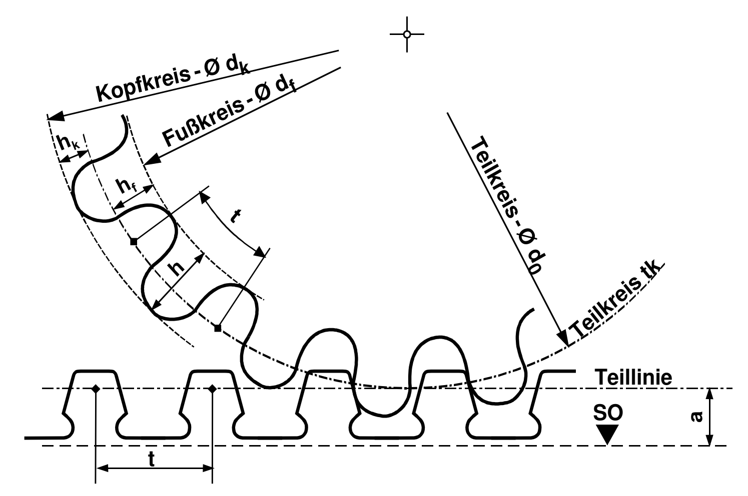
Bei gemischtem Betrieb Adhäsion/Zahnrad muss wegen des Befahrens von Weichen der Kopfkreis des Zahnrads über der Schienenoberkante (SO) liegen. Die Höhenlage ist bei den Vorbildbahnen selbst bei gleichen Grundsystemen unterschiedlich, sodass Fahrzeugaustausch in vielen Fällen nicht möglich ist.

Bei reinen Zahnradbahnen kommt eine tiefere Lage vor, die jedoch komplizierte Weichenkonstruktionen erfordert.

Abgesehen von der ggf. unterschiedlichen Höhenlage der Zahnstange sind die Systeme Riggenbach, Strub und Von Roll grundsätzlich kompatibel

4. Begriffe

Teilkreis	tk	theoretischer Wälzkreis zwischen zwei Zahnrädern bzw. zwischen Zahnrad und Zahnstange.
Teilung	t	Abstand zwischen zwei Zahnmitten auf dem Teilkreis bzw. der Teillinie gemessen
Modul	m	= t/π (π = 3,14159)
Kopfhöhe	h_k	= m
Fußhöhe	h_f	= 1,166 • m
Zahnhöhe	h	= $h_f + h_k$ = 2,166 • m
Zähnezahl	z	
Teilkreis-Durchmesser	d_0	= z • m
Kopfkreis-Durchmesser	d_k	= (z+2) • m
Abstand Teillinie - SO	a	
Zahnbreite des Rades	b	



5. Nachbildung im Modell

Die Zahnstangen werden im Modell mit dem Vorbildsystem, ergänzt mit dem Maß der Teilung, bezeichnet:

- t 100 Riggenbach / Strub / Von Roll
- t 120 Abt

Im Gegensatz zum Vorbild wird zwecks freizügigem Fahrzeugaustausch der Abstand Teillinie - SO festgelegt.

Maßtabelle:

Nenngröße	m		a	b
	t 100	t 120		max.
H0	0,4	0,4	0,6	0,9
S	0,5	0,6	0,75	1,2
0	0,7	0,8	1,1	1,7
I	1	1,25	1,5	2,5
II	1,5	1,75	2,15	3,5
III	2	2,5	3	5
V	3	3,5	4,35	7,25
VII	4	5	6	10
X	6	7	8,75	14,5

Hinweis für Nenngrößen N und TT:

Für den sicheren Betrieb einer Zahnradbahn ist ein Modul $\geq$ 0,4 erforderlich. Eine einigermaßen maßstäbliche Zahnstange ist nicht realisierbar. Im Bedarfsfall sind die Werte der Nenngröße H0 anzuwenden.

Hinweis für Nenngröße Xm:

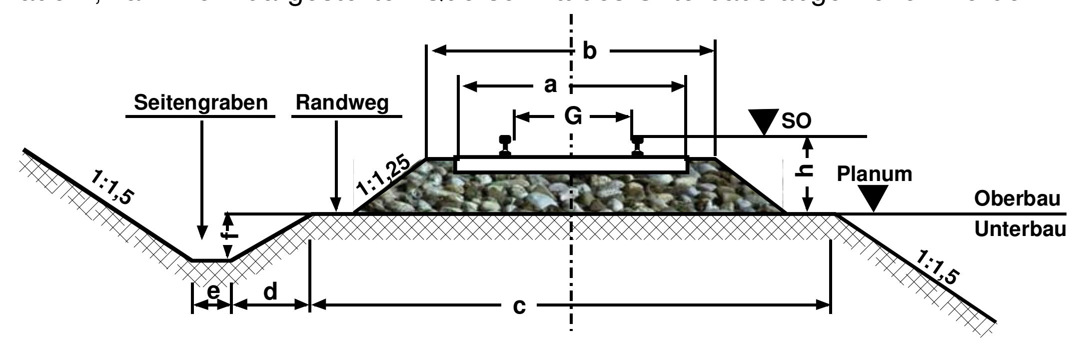
Für personenbefördernde Zahnrad-Gartenbahnen nach System Abt in Nenngröße Xm (Spurweite 184 mm) wird in der Schweiz eine einheitliche, nahezu maßstäblich verkleinerte Modellzahnstange verwendet. Die entsprechende Norm findet sich auf www.balson.ch

Querschnitt des Bahnkörpers
für Normalspurbahnen

Empfehlung **Maße in mm** **Ausgabe 2007**
(ersetzt Ausgabe 1989)

1. Diese Norm enthält Richtmaße für den Querschnitt des Bahnkörpers bei der Nachbildung von Normalspurbahnen. Unter Bahnkörper im Sinne dieser Norm sind Unter- und Oberbau in eisenbahntechnischem Sinne zu verstehen.

2. Die Abbildung zeigt den Regelquerschnitt einer eingleisigen Strecke bei gerader Gleisführung. Bei der Darstellung besonderer Geländeformen, z. B. Felsböschungen oder Stützmauern, kann vom dargestellten Querschnitt des Unterbaus abgewichen werden.



Maßtabelle

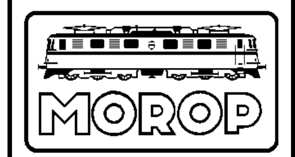
Nenngröße	Spurweite G	a [1]	b	c	d	e	f	h
Z	6,5	12	16	28	3	2	2	4
N	9	16	22	38	5	3	3	6
TT	12	22	28	50	7	4	5	8
H0	16,5	30	38	70	9	5	6	10
S	22,5	40	52	94	13	7	9	12
0	32	58	76	134	18	9	12	16
I	45	82	106	188	26	12	17	22
II	64	115	147	230	36	18	22	37

Anmerkung 1): Gilt nur für die Nachbildung von Holzschwellen.

3. Bei mehrgleisigen Strecken (Gleisabstände siehe NEM 112) kann ein durchgehendes Schotterbett hergestellt werden. Bei nebeneinanderliegenden Bahnhofsgleisen kann ein Zwischenweg (Rangiererweg) in Höhe der Schwellenoberkante vorgesehen werden.

4. Bezüglich der Überhöhung im Gleisbogen siehe NEM 114.

5. Im Randweg können Signale, Oberleitungsmaste usw. aufgestellt werden, doch ist die Freihaltung des lichten Raumes nach NEM 102 und 103 zu beachten.



Normen Europäischer Modellbahnen

Querschnitt des Bahnkörpers für Schmalspurbahnen

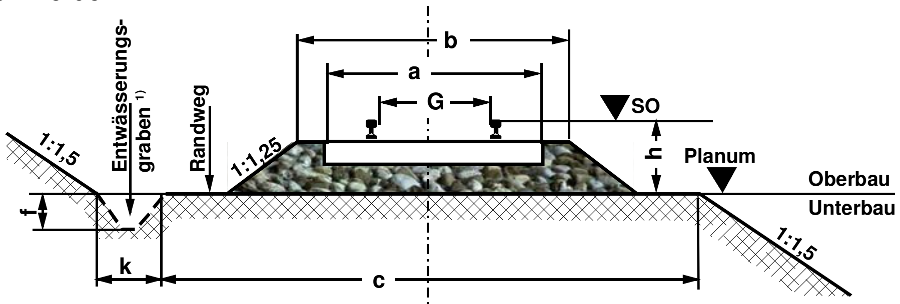
NEM 123

1 Seite

Empfehlung **Maße in mm** **Ausgabe 2005** (23/10)
(ersetzt Ausgabe 1991)

1. Diese Norm enthält Richtmaße für den Querschnitt des Bahnkörpers von Schmalspurbahnen. Unter Bahnkörper im Sinne dieser Norm sind Unter- und Oberbau in eisenbahntechnischem Sinne zu verstehen.

2. Die Abbildung zeigt den Regelquerschnitt einer eingleisigen Strecke bei gerader Gleisführung. Bei der Darstellung besonderer Geländeformen, z. B. Felsböschungen oder Stützmauern, kann vom dargestellten Querschnitt des Unterbaus abgewichen werden; das Maß „c" soll auch in diesen Fällen eingehalten werden.



Anmerkung 1): Bei modernem Unterbau ist anstelle eines Entwässerungsgrabens eine unterirdische Sickerleitung vorhanden.

Maßtabelle „m"

Nenngröße	Spurweite G	a	b	c	k	f	h [2)]
Zm	4,5	8	10	19	1,5	1	3
Nm	6,5	12	14	26	2	1,5	4
TTm	9	15	18	35	3	2,5	5
H0m	12	21	25	48	4	3	6
Sm	16,5	28	34	66	5	3,5	8
0m	22,5	40	49	94	7	5	11
Im	32	56	69	132	9	6	16
IIm	45	80	98	188	13	9	22

Anmerkung 2): Bei der Nachbildung alter Bahnen mit leichtem Oberbau ist die Oberbauhöhe 2/3 h.

Maßtabelle „e"

Nenngröße	Spurweite G	a	b	c	k	f	h
Ne	4,5	9,5	12	19	2	1,5	3
TTe	6,5	12,5	16	25	3	2,5	3,5
H0e	9	17	22	35	4	3	4,5
Se	12	23,5	30	48	5	3,5	5,5
0e	16,5	33	42	68	7	5	7
Ie	22,5	47	60	96	9	6	10
IIe	32	67	85	136	13	9	14
IIIe	45	94	120	194	19	12	20

Maßtabelle „i" [3)]

Nenngröße	Spurweite G	a	b	c	k	f	h [4)]
TTi	4,5	11	14	25	3	2,5	-
H0i	6,5	15	20	35	4	3	-
Si	9	20	27	47	5	3,5	-
0i	12	29	38	67	7	5	-
Ii	16,5	41	53	94	9	6	-
IIi	22,5	58	76	133	13	9	-
IIIi	32	81	106	188	19	12	-

Anmerkung 3) Die Maßtabelle „i" gilt nicht für reine Feldbahnen
4) Keine Maßangabe, da beim Vorbild das Schotterbett meist ohne Absatz in den Unterbau übergeht.

3. Wenn Gleisbogen mit Überhöhung ausgeführt werden, ist NEM 114 zu beachten.

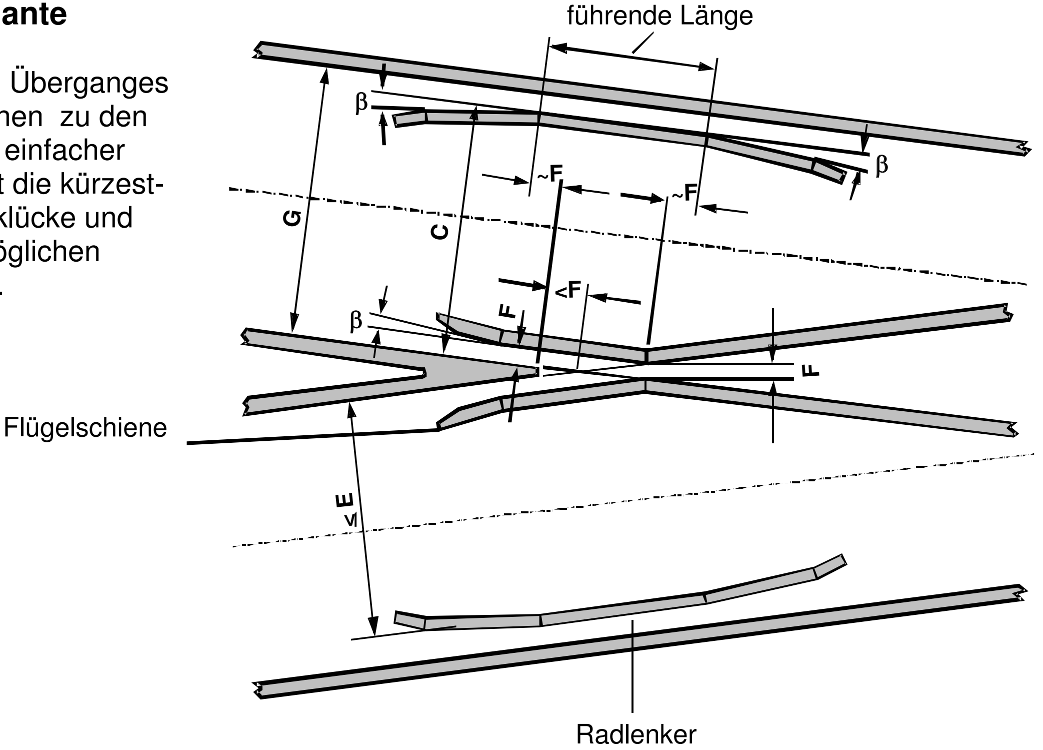
4. Bei der Aufstellung von Signalen, Oberleitungsmasten usw. im Randweg ist die Freihaltung des lichten Raumes nach NEM 104 zu beachten.

Verbindliche Norm **Ausgabe 2010**
(ersetzt Ausgabe 1994)

1. Herzstückbereich

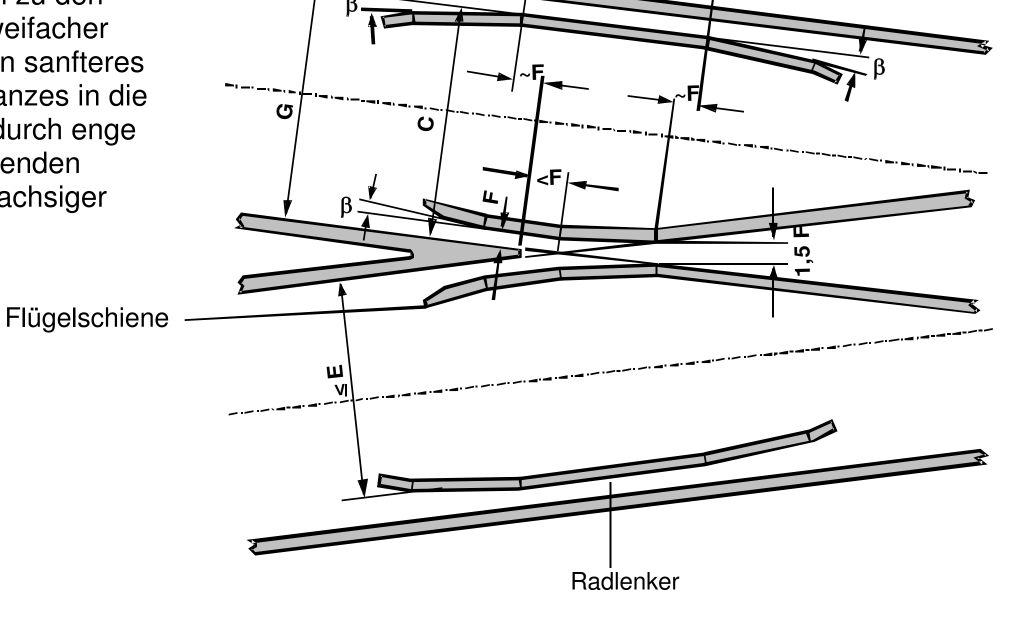
Empfohlene Variante

Die Gestaltung des Überganges der Zwischenschienen zu den Flügelschienen mit einfacher Abknickung bewirkt die kürzestmögliche Herzstücklücke und damit einen bestmöglichen Fahrzeugdurchlauf.

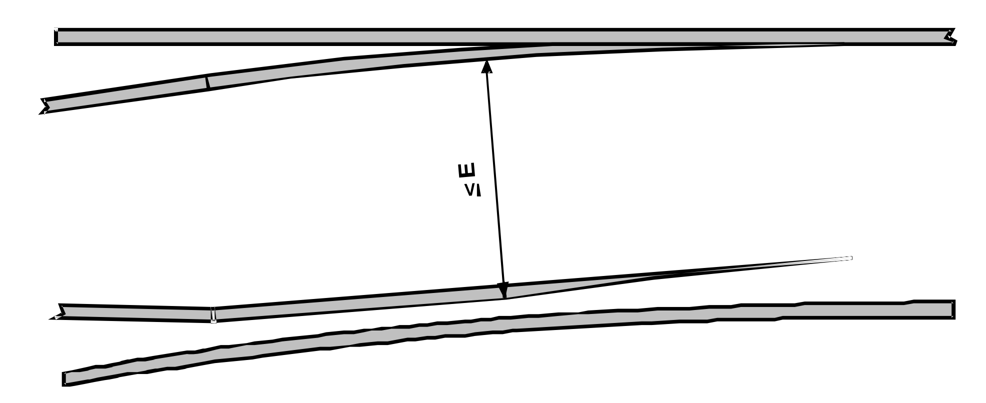


Variante für Weichen mit kleinen Radien

Die Gestaltung des Überganges der Zwischenschienen zu den Flügelschienen mit zweifacher Abknickung bewirkt ein sanfteres Einführen des Spurkranzes in die Herzstückrille für die durch enge Radien schräg einlaufenden Radsätze langer zweiachsiger Fahrzeuge.



2. Zungenbereich



Anmerkungen:

Die Maße ***C***, ***E, F*** und ***G*** sind NEM 110 zu entnehmen.

Die Radlenker müssen sicherstellen, dass das innere Rad bis über die tatsächliche Herzstückspitze hinaus geführt wird. Für die Einlaufbereiche an Radlenkern und Flügelschienen gilt für ***β*** ein Richtwert von 5°. Bei flachen Weichenneigungen können Vorbildmaße angestrebt werden; dabei darf jedoch der verhältnismäßig stark schräg stehende Radsatz langer Fahrzeuge nicht klemmen.
Erscheinen die Radlenker bei Anwendung der in den Abbildungen dargestellten Beziehungen zu kurz gegenüber dem angestrebten Vorbild, sollten die Radlenker durch flachere Ausbildung der Einlaufbereiche auf das gewünschte Maß verlängert werden.

Die Radlenker sollen nicht über die Schienenoberkante hinausragen.

Die Herzstückspitze soll, zumindest bei großen Spurweiten, um etwa 1/20 ***F*** abgesenkt sein. Diese Absenkung soll sich in Richtung Weichenende abbauen und etwa dort in die normale Fahrflächenhöhe übergehen, wo die Herzstückspitze die volle Schienenkopfbreite erreicht.

Hat die abliegende Weichenzunge entgegengesetzte Polarität zur zugehörigen Backenschiene, soll der Abstand ***E*** um 0,2 mm unter den Wert E_{max} nach NEM 110 verringert werden.



Normen Europäischer Modellbahnen

Feste Doppelherzstücke gerader Kreuzungen

NEM 127

1 Seite

Verbindliche Norm **Ausgabe 2010**

(ersetzt Ausgabe 1980)

Kreuzungsneigung 1 : x
x = cot α

tatsächliche Herzstückspitze

F' * x

F

<F

F'

α

G E E C S

L

R+D R

SO

Führungslose Länge: L ≈ F' · x – S / 2x

S · tan α/2 ≈ S / 2x

größte geführte Länge am Radsatz (NEM 311)

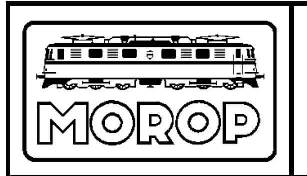
Anmerkungen:

Die Maße ***C, E, F, G*** und ***S*** sind NEM 110 zu entnehmen.

Bei Kreuzungen und Kreuzungsweichen sind zur Reduzierung der führungslosen Länge L die Grenzmaße S_{max} und F_{min} anzustreben.

Eine Verringerung der Spurweite G unter den Nennwert nach NEM 110 bis auf 0,1 mm über dem Grenzmaß $K_{max}+T_{max}$ nach NEM 310 ist wegen des geraden Durchlaufes unbedenklich, verringert aber die führungslose Länge deutlich.

Ist die führungslose Länge im Herzstück größer als die tatsächlich geführte Länge des kleinsten Radsatzes, besteht die Gefahr des Ausbrechens, vor allem bei Kreuzungswinkeln unter etwa 10°.



Normen Europäischer Modellbahnen

Fahrdrahtlage

NEM 201

Verbindliche Norm **Maße in mm** **Ausgabe 2005** (23/10)
(ersetzt Ausgabe 1999)

1. Zweck

Diese Norm bestimmt den Lagebereich des Fahrdrahtes bei Oberleitungsbetrieb von Modellen europäischer Bahnen und steht in Zusammenhang mit der NEM 202.

2. Vorbemerkungen

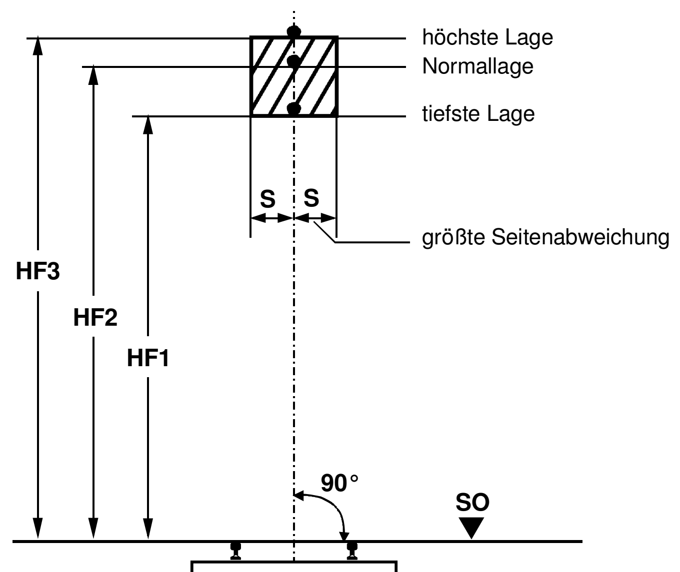
Bei den europäischen Bahnen bestehen unterschiedliche Betriebsmaße für die nutzbare Schleifbreite sowie Wippenbreite und in geringem Ausmaß für die Fahrdrahthöhe. Die nutzbare Schleifbreite beeinflusst den Abstand der Fahrdraht-Stützpunkte (z.B. Mastabstände) besonders bei den im Modellbau stark verkleinerten Bogenradien.

Es sind daher zwei Anwendungsfälle zu unterscheiden:

- System **Breit** : Für den Betrieb mit Stromabnehmern mit breiter Wippe mit 300 – 400 mm Seitenabweichung der Oberleitung (Vorbildbeispiele:
Normal- und Breitspur (Nsp): DB, ÖBB,
Schmalspur (Ssp): RhB, MOB, Mariazellerbahn.

- System **Schmal** : Für den Betrieb mit Stromabnehmern mit schmaler Wippe mit 200 – 300 mm Seitenabweichung der Oberleitung (Vorbildbeispiele:
Normal- und Breitspur (Nsp): SBB, FS, SNCF ~).
Schmalspur (Ssp): MGB, Brünigbahn.

3. Fahrdrahtlage



Maßtabelle

Nenngröße	S Breit	S Schmal	HF 1		HF 2		HF 3	
			Nsp	Ssp*	Nsp	Ssp	Nsp	Ssp
Z	2	1	25	23	28	26	30	28
N	3,5	1,5	34	29	38	35	40	38
TT	4,5	2	44	38	50	47	52	51
H0	6,5	3	60	50	69	65	73	70
S	8,5	4	80	69	93	86	98	93
0	11	6	110	98	130	124	139	133
I	17	8	150	134	180	172	194	181
II	27	11	213	190	260	245	276	260

Nsp: Normalspur

Ssp: Schmalspur (m, e, i)

* Bei Rollschemel-/Rollbockbetrieb ist die tiefste Lage des Fahrdrahtes wie folgt zu bestimmen:

Aufsetzhöhe ab SO (Rollschemel, Rollbock) + Maß H_4 aus NEM 102

Anmerkungen:

1) Die Maße sind Betriebsgrenzmaße und es ist zweckmäßig, den Raum für die Seitenabweichung nur in Bogen voll zu nützen. In der Geraden empfiehlt sich eine Verlegung im „Zick-Zack", jedoch nur in etwa 2/3 der höchstzulässigen Abweichung.

2) Das Maß ***HF2*** stellt die Regellage auf der freien Strecke dar und soll möglichst ohne Höhendifferenzen angewendet werden; beim Vorbild wird in Bahnhöfen meist eine höhere, in Tunneln und Durchführungen aus Profilgründen eine niedrigere Lage angewendet. Die Lage des Fahrdrahtes muss aber innerhalb der angegebenen Maße liegen.

3) Stützpunktabstand
Der aufgrund der Seitenabweichung ***S*** sich ergebende maximale Stützpunktabstand ***L*** (Mastabstand) im Gleisbogen mit dem Radius ***R*** kann nach folgender Formel errechnet werden:

$$L_{max.} = 4 \cdot \sqrt{R \cdot S}$$

Bei mehrgleisiger Anordnung (Querseile, Querjoche) wird bei Anwendung von Normalgleisabständen der Stützpunktabstand vom größten Gleisradius bestimmt. In anderen Fällen empfiehlt sich eine Berechnung für mehrere Radien, um den praktikablen Mindestabstand zu bestimmen. Um vernünftige Stützpunktabstände zu erhalten, sollten die in NEM 111 empfohlenen Mindestradien berücksichtigt werden.

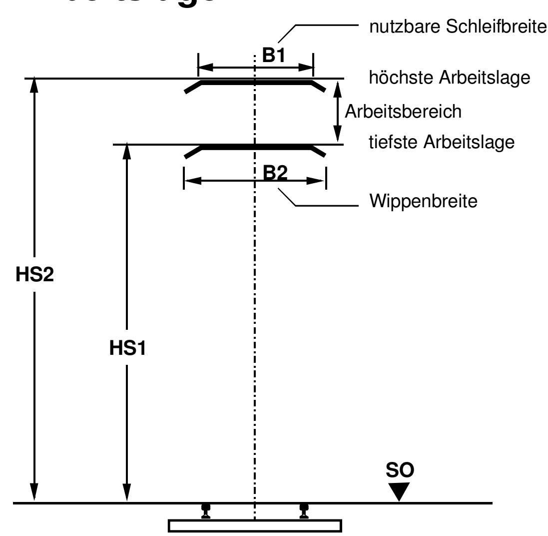
1. Zweck

Diese Norm bestimmt die nutzbare Schleifbreite und die Arbeitslage des Stromabnehmers bei Oberleitungsbetrieb nach NEM 201.

2. Einteilung

Entsprechend NEM 201 werden die Anwendungsfälle **Breit** und **Schmal** unterschieden.

3. Breitenmaße und Arbeitslagen



Anmerkung:

Die Rundung zwischen Schleifstück und Anlaufhorn, sowie die Neigung des Anlaufhornes und die gesamte Wippenbreite ***B2*** werden von den Vorbildstromabnehmern bestimmt. Keinesfalls dürfen aber beim abgesenkten (in der Ruhelage befindlichen) Stromabnehmer das Breitenmaß B_2 und das Höhenmaß H_4 nach NEM 301 überschritten werden.

Maßtabelle

Nenngröße	B1 Breit	B1 Schmal	HS 1		HS 2	
			Nsp	Ssp	Nsp	Ssp
Z	7,5 + 0,5	3,5 + 0,5	25	23	31	29
N	10 + 1	5 + 1	34	29	41	39
TT	13,5 + 1,5	7,5 + 1,5	44	38	54	53
H0	18 + 2	10 + 2	60	50	75	72
S	25 + 2	14 + 2	80	69	101	96
0	34 + 2	22 + 2	110	98	142	136
I	48 + 2	30 + 2	150	134	198	185
II	69 + 2	43 + 2	213	190	282	266

Nsp: Normal- und Breitspur Ssp: Schmalspur (m, e, i)

4. Gleisbogenradien

Im Zusammenwirken mit einer nach NEM 201 verlegten Oberleitung und den korrespondierenden Toleranzen ist darauf Bedacht zu nehmen, dass die Stromabnehmer in der Nähe der Fahrzeugführungspunkte liegen (Drehgestellzapfen oder führende Endachsen). Verschiedene Vorbilder verlangen aber eine andere Modellkonstruktion der Fahrwerke, so dass die Stromabnehmer relativ weit von den spurführenden Punkten zu liegen kommen und dadurch im Bogen von der Fahrzeugmitte weiter nach außen ragen. Durch folgende beispielhaft angeführte Maßnahmen kann Abhilfe geschaffen werden:

Entweder mit kürzeren Mastabständen durch Berechnung einer kleineren Seitenabweichung, durch Bogenabzüge, Vergrößerung der angewendeten Radien oder durch zusätzliche Anbringung von breiteren (unschönen, unmaßstäblichen) Wippen.



Normen Europäischer Modellbahnen

Begrenzung der Fahrzeuge

NEM 301

1 Seite

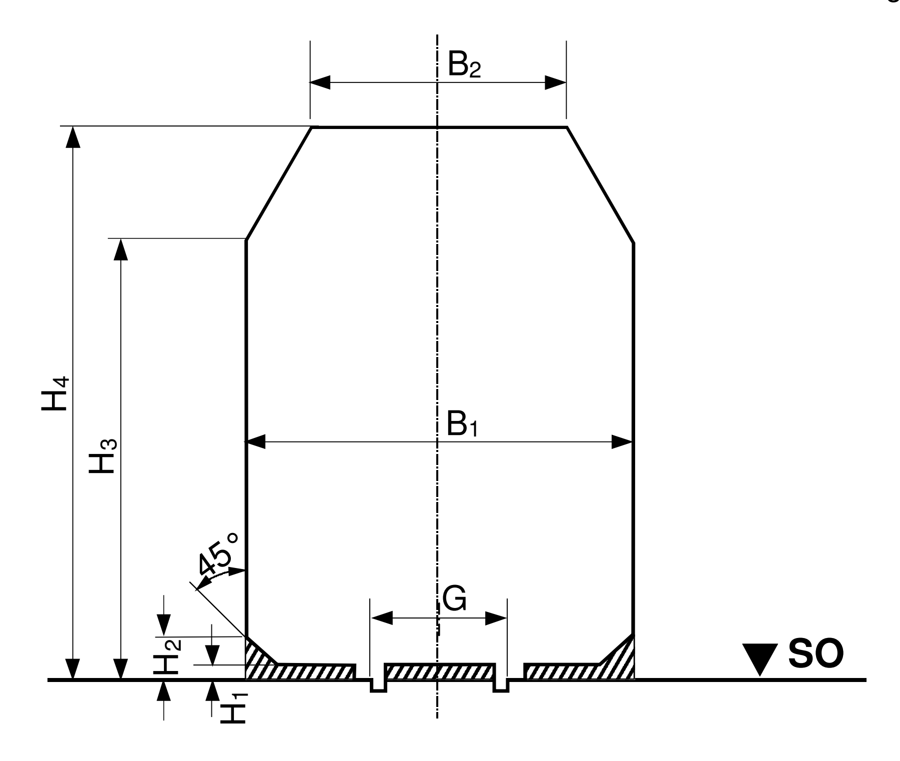
Verbindliche Norm | **Maße in mm** | **Ausgabe 2003**

ersetzt Ausgabe 1979

Die dargestellte Fahrzeugbegrenzung gilt für Nachbildungen europäischer Regelspur- und Breitspurfahrzeuge.

Modelle von Vorbildfahrzeugen sind möglichst maßstäblich zu bauen. In jedem Fall müssen sich alle Teile, auch abgesenkte Stromabnehmer[1)], innerhalb der Begrenzung befinden.

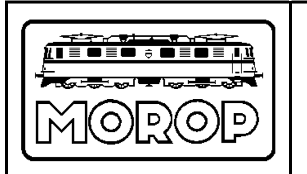
Funktionselemente für Stromabnahme, Sicherungs- und Entkupplungseinrichtungen und dergleichen dürfen in den schraffierten Raum über der Schienenoberkante hineinragen.



Maßtabelle

Nenngröße	G	B_1	B_2	H_1	H_2	H_3	H_4
Z	6,5	17	11	1	2	17	23
N	9,0	23	14	1	3	24	32
TT	12,0	30	18	1,5	4	32	42
H0	16,5	40	26	2	5	44	57
S	22,5	54	35	3	7	59	75
0	32,0	78	48	4	10	83	106
I	45,0	110	68	5	13	115	146
II	64,0	148	94	6	20	163	207

[1)] Begrenzung des Arbeitsraumes der Stromabnehmer siehe NEM 202



Normen Europäischer Modellbahnen

Wagenmasse

NEM 302

1 Seite

Empfehlung

Ausgabe 2007
(ersetzt Ausgabe 1996)

1. Allgemeines

Diese Norm enthält Richtlinien zur Ermittlung der für einen sicheren Betrieb erforderlichen Wagenmasse für industriell oder durch Selbstbau gefertigte Modellwagen. Sie gilt nicht für Triebfahrzeuge.

Die Wagenmasse soll so bemessen werden, dass bei Fahrten in bei Modellbahnanlagen üblichen Gleisbogen auch bei nachfolgender Zuglast die Kippsicherheit gewährleistet ist.

2. Mindestmasse

Die in nachfolgender Übersicht enthaltene Mindestmasse kann zugrundegelegt werden, wenn keine die Kippsicherheit beeinträchtigende Faktoren vorhanden sind. Solche Negativ-Faktoren sind beispielsweise

- hohe Schwerpunktlage des Fahrzeugs
- großer Überhang (Abstand Pufferteller - Endachse)
- ungünstiger Angriffspunkt der Kupplung
  (günstig ist ein Angriffspunkt nahe der Endachse bzw. des Drehzapfens)
- Kupplungsaufhängung am Drehgestell

Mindestmasse pro mm Wagenlänge über Puffer

Nenngröße	Z	N	TT	H0	S	0	I	II
Masse (g/mm)	0,12	0,17	0,25	0,40	0,60	1,00	2,00	4,00

3. Erhöhte Masse

Die Wagenmasse laut Tabelle soll nicht um mehr als 30 % erhöht werden. Überschreitungen sind bei der Zugbildung zu berücksichtigen.

Eine gegenüber der Mindestmasse erhöhte Wagenmasse soll bei Industrieprodukten nach Möglichkeit durch Ballast (z.B. Blechplatten) erzielt werden. Der Käufer soll die Möglichkeit haben, auf einfache Weise den Ballast zu entfernen oder zu verändern.

4. Weitere Kriterien

Beim Betrieb auf engen Gleisradien und bei Anwendung einer Überhöhung im Gleisbogen (NEM 114) besteht insbesondere bei Wagen, die die unter 2. genannten Negativ-Faktoren aufweisen, eine erhöhte Kippgefahr. Dies kann teilweise durch zusätzlichen Ballast (z.B. Beladung) ausgeglichen werden.

Verbindliche Norm **Maße in mm** **Ausgabe 2006** (18102006) ersetzt Ausgabe 1987

1. Zweck

Diese Norm bestimmt die Lage und die Abmessungen der Puffer an Modellfahrzeugen und Gleisabschlüssen.

Besondere beim Modellbau zu berücksichtigende Belange erfordern zum Teil Abweichungen von den im RIV und RIC für das Vorbild festgelegten Grenzmaßen.

Insbesondere soll hierdurch

— bei Anwendung unterschiedlicher Verkleinerungsmaßstäbe (z.B. bei Nenngröße 0) die Verträglichkeit sichergestellt werden,

— bei unter den Puffern hindurchschwenkenden Kupplungsformen eine behinderungsfreie Funktion gewährleistet werden.

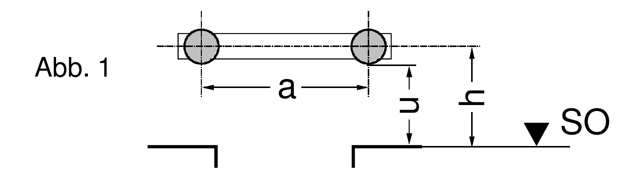
Beim Puffer-an-Puffer-Fahren sind darüber hinaus besondere Anforderungen an die Linienführung der Gleise zu stellen. Die hierfür geltenden Bedingungen sind nicht Gegenstand dieser Norm.

2. Pufferabstand und -höhe

Die Puffermitten nach Abb. 1 werden nach den Werten der Maßtabelle 1 bestimmt. Dabei ist zu beachten, dass bei abgefederten Fahrzeugen der Toleranzbereich in leerem und beladenem Zustand eingehalten wird.

Bei Verwendung weit ausschwenkender Kupplungsformen (z.B. Kurzkupplungssysteme) darf in Verbindung mit den Abmessungen der Pufferteller (siehe Punkt 3) das Abstandsmaß u_{min} (Schienenoberkante - Unterkante Pufferteller) nicht unterschritten werden.

Abb. 1



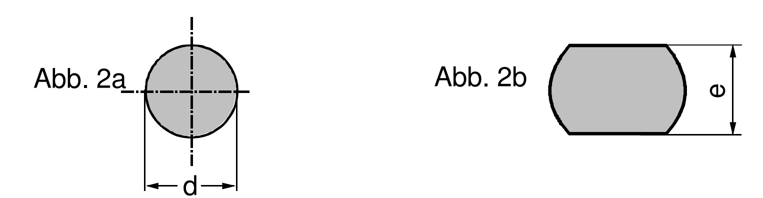
Maßtabelle 1

Nenngröße	a	h	u_{min}
Z	$8{,}0^{+0{,}1\ -0{,}1}$	$5{,}0^{+0{,}3\ -0{,}3}$	3,8
N	$11{,}0^{+0{,}1\ -0{,}1}$	$6{,}7^{+0{,}3\ -0{,}3}$	5,2
TT	$14{,}5^{+0{,}2\ -0{,}2}$	$8{,}9^{+0{,}4\ -0{,}4}$	6,9
H0	$20{,}0^{+0{,}2\ -0{,}2}$	$12{,}2^{+0{,}5\ -0{,}5}$	9,6
S	$27{,}5^{+0{,}3\ -0{,}3}$	$16{,}5^{+0{,}5\ -0{,}6}$	13,1
0	$39{,}5^{+0{,}7\ -0{,}7}$	$23{,}6^{+0{,}7\ -1{,}0}$	18,5
I	$54{,}5^{+0{,}5\ -0{,}5}$	$33{,}0^{+0{,}5\ -1{,}5}$	26,0
II	$77{,}7^{+0{,}5\ -0{,}5}$	$47{,}1^{+0{,}5\ -2{,}5}$	-
III	$109{,}4^{+0{,}6\ -0{,}6}$	$66{,}3^{+0{,}5\ -5{,}0}$	-
V	$159{,}0^{+1{,}0\ -1{,}0}$	$96{,}5^{+0{,}5\ -7{,}5}$	-
VII	$219{,}0^{+1{,}5\ -1{,}5}$	$132{,}5^{+1{,}0\ -10{,}5}$	-
X	$318{,}0^{+2{,}0\ -2{,}0}$	$193{,}0^{+1{,}0\ -15{,}0}$	-

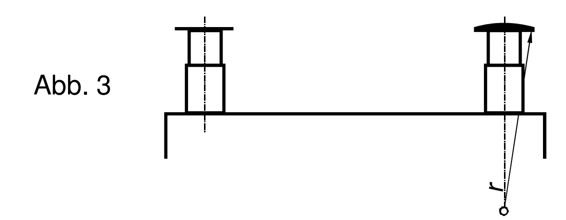
3. Pufferteller

Beim Vorbild richten sich die Form und Größe der Pufferteller nach der Fahrzeugbauart (z.B. Maß des Überhanges zwischen Radsatz bzw. Drehgestell und Wagenende) und dem Einsatzgebiet (z.B. Mindest-Bogenradien).

Gebräuchlich sind runde Pufferteller nach Abb. 2a mit Durchmessern d von 340, 370, 450 und 500 mm, sowie Pufferteller unterschiedlicher Formen und Breiten mit oben und unten waagrechten Begrenzungen (z.B. nach Abb. 2b) mit Höhenmaßen e zwischen 340 und 360 mm.

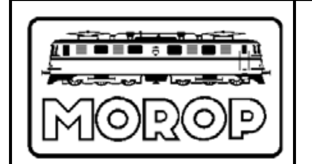


Bei Vorbild-Fahrzeugen bis Baujahr 1961 sind die in Fahrtrichtung rechts befindlichen Pufferteller allseitig gewölbt, die linken Pufferteller flach ausgeführt (Abb.3). Bei Wagen ab Baujahr 1961 sind alle Pufferteller gewölbt. Der Radius r der Wölbung beträgt etwa 1500 mm.



Beim Modell wird im Allgemeinen die Pufferform des entsprechenden Vorbild-Fahrzeugs nachgebildet, wobei die Vorbildmaße maßstäblich umgerechnet werden können.

Bei Modellfahrzeugen, die – meist in Verbindung mit Original-Kupplungsnachbildung – im Betrieb Puffer-an-Puffer fahren, sind in Anbetracht enger Bogenradien Pufferteller unter 450 mm Vorbild-Breitenmaß zu vermeiden.



Normen Europäischer Modellbahnen

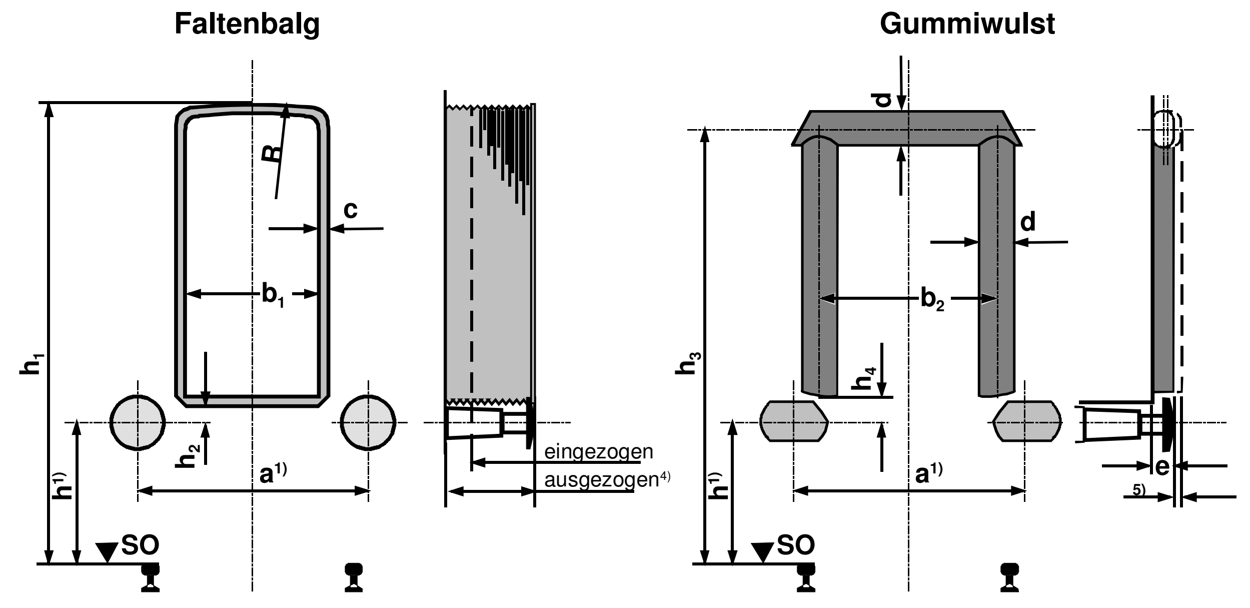
Übergangseinrichtungen
Faltenbalg, Gummiwulst

NEM 304
1 Seite

Empfehlung **Maße in mm** **Ausgabe 2009**
(ersetzt Ausgabe 1991)

Diese Norm bestimmt die für den optischen Eindruck wesentlichen Abmessungen der geschlossenen Übergangseinrichtungen freizügig kuppelbarer Modellfahrzeuge.

Besonderheiten der beim Modellbau zu beachtenden Belange bedingen zum Teil Abweichungen von den beim Vorbild festgelegten Grenzmaßen.



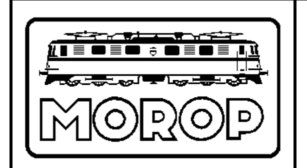
Maßtabelle:

Nenngröße	Faltenbalg					Gummiwulst				
	h_1	h_2 2) min	b_1	c 3)	R	h_3	h_4 2) min	b_2	d	e
Z	15,7	0,6	4,4	0,5	11	15,1	0,9	6,2	1,2	0,7
N	21,6	0,8	6,0	0,6	15	20,7	1,3	8,5	1,6	1,0
TT	28,8	1,1	8,2	0,7	20	27,6	1,7	11,3	2,2	1,3
H0	39,7	1,5	11,3	0,9	28	38,1	2,3	15,6	3,0	1,7
S	53,9	2,0	15,6	1,1	38	51,8	3,1	21,3	4,1	2,3
0	76,7	2,9	22,2	1,6	54	73,7	4,4	30,2	5,8	3,3
I	107,8	4,1	31,2	2,2	75	103,6	6,3	42,5	8,1	4,7
II	153,3	4,9	44,4	3,1	107	147,3	8,9	60,4	11,5	6,7

Anmerkungen:

1) Die Puffermaße ***a*** und ***h*** sind NEM 303 zu entnehmen.
2) Die Maße h_2 und h_4 sollen möglichst klein sein; sie sind deshalb nur so weit über h_2 min und h_4 min zu erhöhen, wie es für die Funktion von Kupplung und Puffern nötig ist.
3) Das Maß ***c*** bezieht sich auf den sichtbaren Endrahmen.
4) Der ausgezogene Faltenbalg wird durch die Pufferteller-Ebene begrenzt.
5) Werden bewegliche oder flexible Gummiwulste verwendet, darf der Wulst höchstens ***e/2*** über die Puffer-Ebene ragen.

Bei den im Modell **nicht** beweglich oder flexibel ausgeführten Übergangseinrichtungen ist darauf zu achten, dass die einwandfreie Funktion der Kupplungen gewährleistet ist (siehe NEM 356 / 359 / 360 / 365). Erforderlichenfalls darf der ausgezogen nachgebildete Faltenbalg unten offen sein.



Normen Europäischer Modellbahnen

Wagenlaufschilder
Aufhängung

NEM
306
Seite 1 von 2

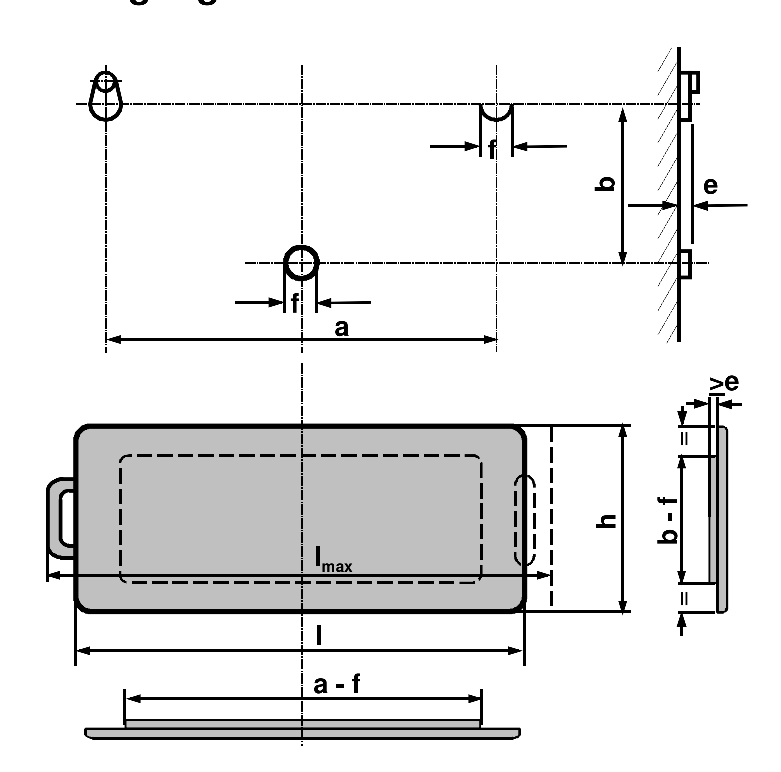
Empfehlung **Maße in mm** **Ausgabe 2007**
(ersetzt Ausgabe 1994)

1. Zweck

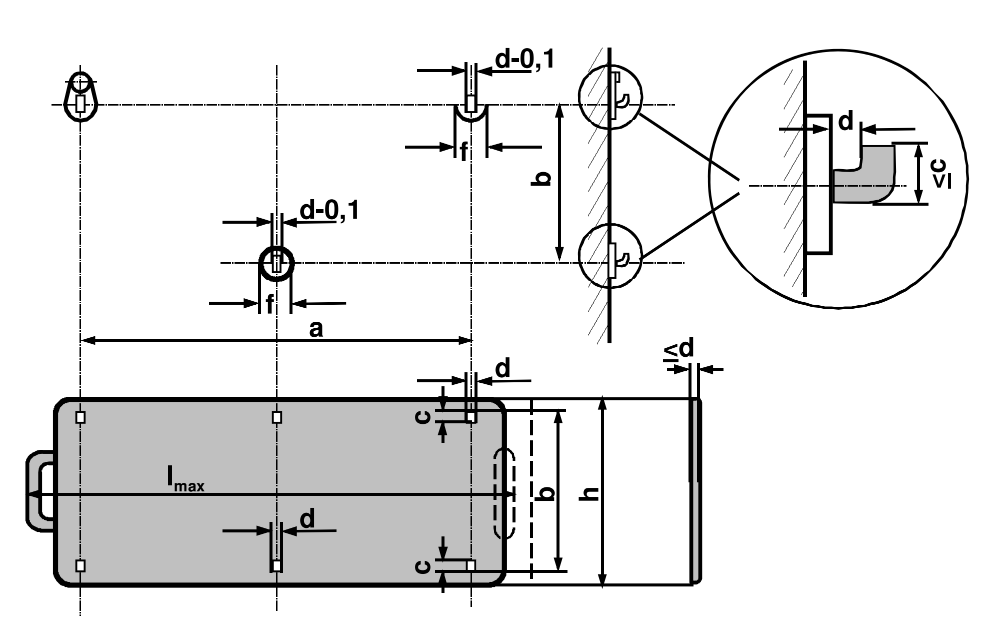
Festlegung einheitlicher Modellmaße für die Auflage bzw. Aufhängungspunkte und der maximalen Schildergröße (nach TV § 103, RIC Bl. 22)

2. Maße der Aufhängungen und Schilder

Form A:



Form B:



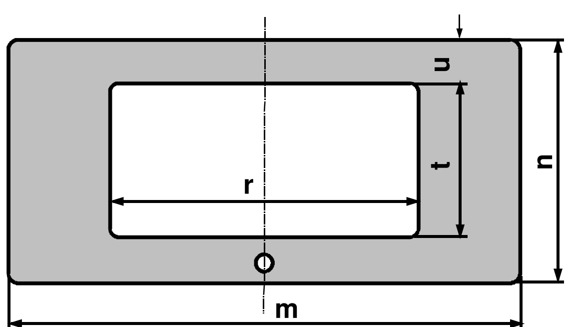
Maßtabelle für Aufhängungen und Schilder

Nenngröße	a	b	c	d	e	f	h	l	l_{max}
Z	-	-	-	-	-	-	1,5	3,2	3,6
N	-	-	-	-	-	-	2,0	4,4	4,9
TT	5,2	2,2	-	-	0,2	0,4	2,6	5,8	6,5
H0	7,2	3,0	-	-	0,25	0,5	3,6	8,0	9,0
S	9,8	4,1	-	-	0,3	0,7	5,0	11,0	12,3
0	14,0	5,8	(0,4)	(0,3)	0,3	1,0	7,0	15,6	17,5
I	19,6	8,2	0,4	0,3	0,3	1,4	10,0	22,0	24,5
II	28,0	11,7	0,6	0,4	0,4	2,0	14,0	31,0	35,0

3. Ausführung im Modell

1. Anhänge-Kloben an Seitenwand angeformt, Laufschilder lose beigefügt
   1.1 Form A: Anhänge-Kloben imitiert, nicht funktionsfähig
   1.2 Form B: Anhänge-Kloben als funktionsfähige Haken nachgebildet
2. Schilder (mit Handgriffen) an Seitenwand angeformt
3. Aufhänge-Kloben auf Seitenwand gedruckt, Schiebebilder, Abreibebilder oder Klebeschilder etc. beigelegt
4. Schilder (mit Handgriffen) auf Seitenwand gedruckt

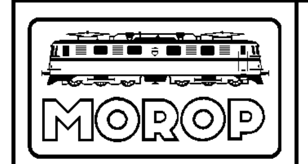
4. Maße der Klappen mit Sichtfenster



Nenngröße	m	n	r	t	u
Z	4,0	2,0	2,5	1,2	0,4
N	5,3	2,6	3,4	1,6	0,5
TT	7,1	3,5	4,6	2,2	0,6
H0	9,8	4,9	6,3	3,0	0,9
S	13,4	6,5	8,6	4,0	1,2
0	20,0	9,5	12,0	6,0	1,7
I	30,0	13,2	17,0	8,2	2,4
II	38,0	18,8	24,5	11,6	3,4

5. Abweichungen

Es wird darauf hingewiesen, dass bei einzelnen Bahnverwaltungen Besonderheiten und Abweichungen (Klapptafeln, Steckrahmen, Schilder für Schlafwagen etc.) bestehen.



Normen Europäischer Modellbahnen

Lehre für Radsatz und Gleis
der Spurweite 16,5 mm

Beiblatt 1 zu NEM 310/311
1 Seite

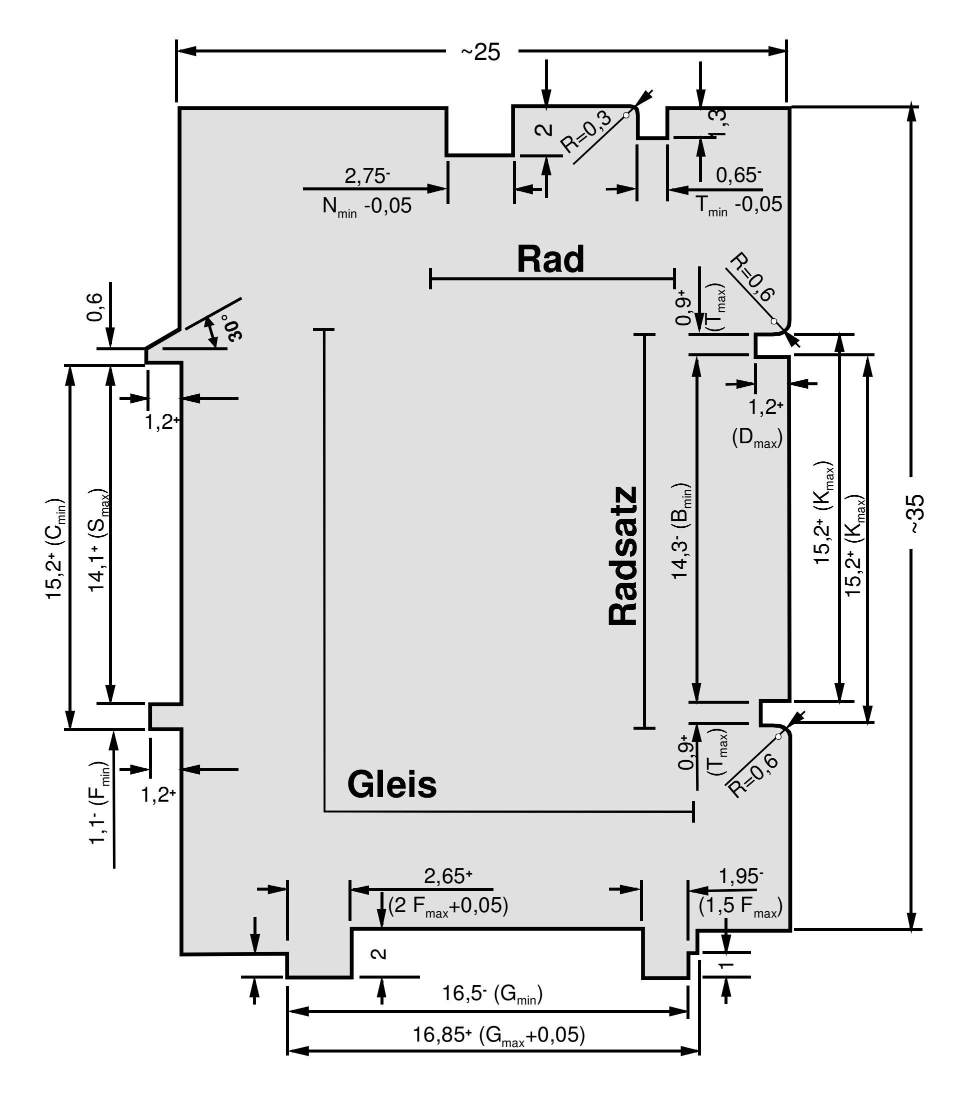
Dokumentation **Maße in mm** **Ausgabe 1984**

1. Zweck

Mit der Lehre können Radsätze und Gleise der Spurweite 16,5 mm auf Einhaltung der nach NEM 124, 127, 310 und 311 festgelegten Maße überprüft werden.

2. Form und Abmessungen der Lehre

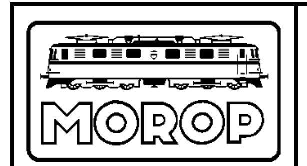
Die Lehre besteht aus einer ca. 0,5 mm dicken Metallscheibe.



Toleranzen der Lehre: $^{+}$ bedeutet +0,03 - 0 $^{-}$ bedeutet +0 - 0,03 Freimaßtoleranz 0,5

Der Lehre wird vom Hersteller eine Gebrauchsanleitung beigegeben, aus der die Handhabung ersichtlich ist.

Die Lehre wird von der Firma **Hermann Heless, Teschnergasse 20/1/17, A-1180 Wien** hergestellt und kann über den Modellbahn-Fachhandel unter der Bestell-Nr. **9990** bezogen werden.



Normen Europäischer Modellbahnen

Lehre für Radsatz und Gleis der Spurweite 9 mm

Beiblatt 2 zu NEM 310/311

1 Seite

Dokumentation | **Maße in mm** | **Ausgabe 2001**

1. Zweck

Mit der Lehre können Radsätze und Gleise der Spurweite 9 mm auf Einhaltung der nach NEM 124, 127, 310 und 311 festgelegten Maße überprüft werden.

2. Form und Abmessungen der Lehre

Die Lehre besteht aus einer ca. 0,5 mm dicken Metallscheibe.

Die Beschriftung kann auf der Lehre angebracht sein.

Radsatz
Essieu

Gleis / Spurrillen
Voie / Ornière

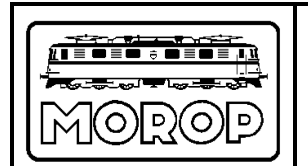
Herzstück-Rillen
Ornière du Coeur

Weiche
Aiguillage

Toleranzen der Lehre: $^{+}$ bedeutet +0,03 - 0 $^{-}$ bedeutet +0 - 0,03 Freimaßtoleranz 0,5

Der Lehre wird vom Hersteller eine Gebrauchsanleitung beigegeben, aus der die Handhabung ersichtlich ist.

Die Lehre wird von der Firma **Tillig Modellbahnen GmbH & Co. KG., Lange Straße 58–60, D-01855 Sebnitz** hergestellt und kann über den Modellbahn-Fachhandel unter der Bestell-Nr. **08961** bezogen werden.



Normen Europäischer Modellbahnen

Lehre für Radsatz und Gleis
der Spurweite 12 mm

Beiblatt 3 zu NEM 310/311
1 Seite

Dokumentation **Maße in mm** **Ausgabe 2000**

1. Zweck

Mit der Lehre können Radsätze und Gleise der Spurweite 12 mm auf Einhaltung der nach NEM 124, 127, 310 und 311 festgelegten Maße überprüft werden.

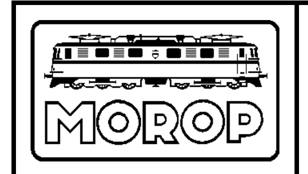
2. Form und Abmessungen der Lehre

Die Lehre besteht aus einer ca. 0,5 mm dicken Metallscheibe.

Toleranzen der Lehre: + bedeutet +0,03 - 0 - bedeutet +0 - 0,03 Freimaßtoleranz 0,5

Der Lehre wird vom Hersteller eine Gebrauchsanleitung beigegeben, aus der die Handhabung ersichtlich ist.

Die Lehre wird von der Firma **Tillig Modellbahnen GmbH & Co. KG., Lange Straße 58-60, D-01855 Sebnitz** hergestellt und kann über den Modellbahn-Fachhandel unter der Bestell-Nr. **08960** bezogen werden.



Normen Europäischer Modellbahnen

Lehre für Radsatz und Gleis

der Spurweite 16,5 mm

Beiblatt 4 zu NEM 310/311

1 Seite

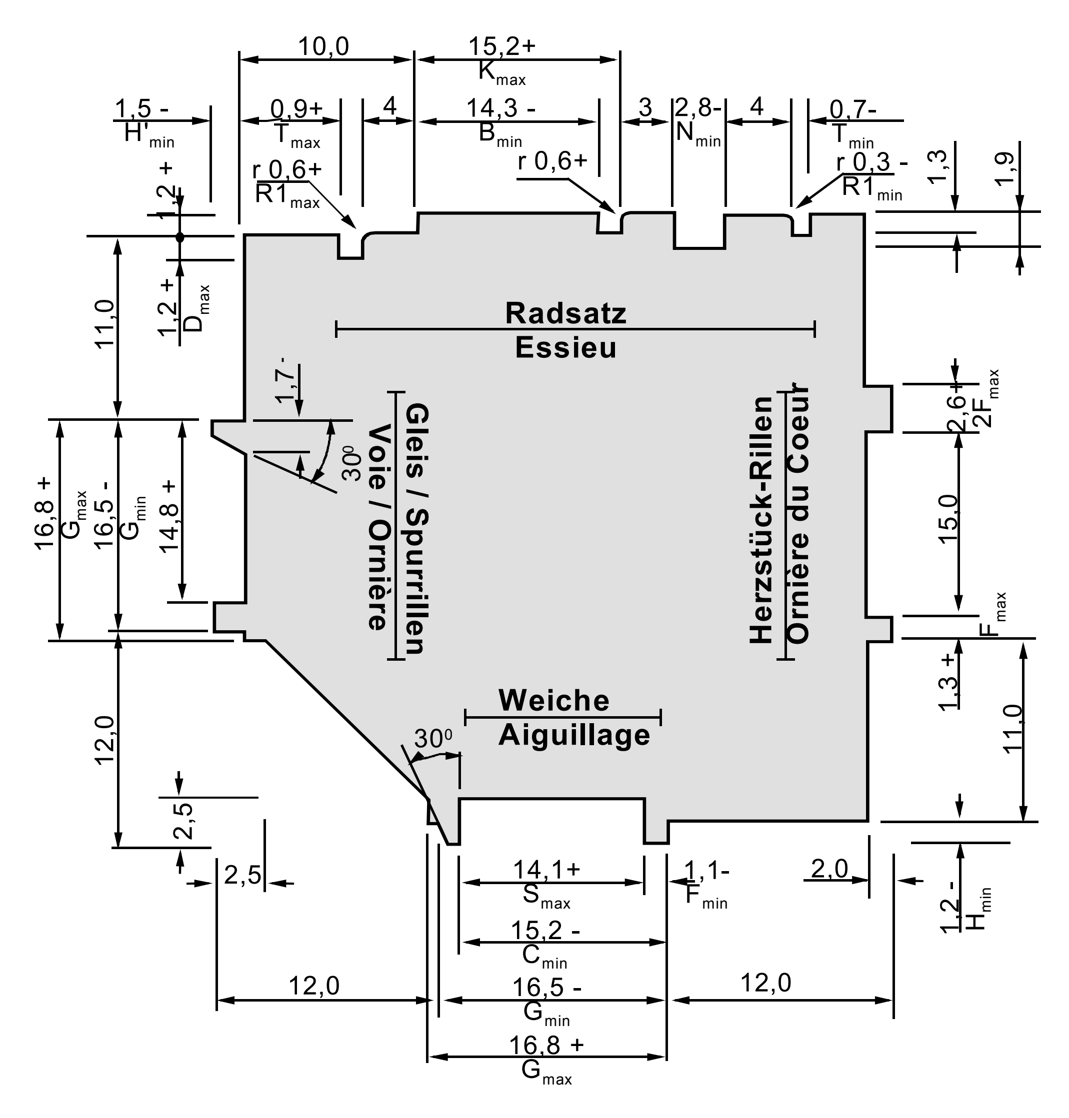
Dokumentation **Maße in mm** **Ausgabe 2002**

1. Zweck

Mit der Lehre können Radsätze und Gleise der Spurweite 16,5 mm auf Einhaltung der nach NEM 124, 127, 310 und 311 festgelegten Maße überprüft werden.

2. Form und Abmessungen der Lehre

Die Lehre besteht aus einer ca. 0,5 mm dicken Metallscheibe.
Die Beschriftung kann auf der Lehre angebracht sein.



Toleranzen der Lehre: + bedeutet + 0,03/ - 0 - bedeutet + 0/ - 0,03 Freimaßtoleranz 0,5

Der Lehre wird vom Hersteller eine Gebrauchsanleitung beigegeben, aus der die Handhabung ersichtlich ist.

Die Lehre wird von der Firma **Tillig Modellbahnen GmbH & Co. KG, Lange Straße 58 – 60, D – 01855 Sebnitz** hergestellt und kann über den Modellbahnfachhandel unter der Bestell - **Nr. 08962** bezogen werden.
Das ebenfalls für die Spurweite 16,5 bestehende Beiblatt 1 bleibt vorläufig weiter gültig !

Grundsätze der Spurführung in Herzstücken

1. Allgemeines

In den Herzstücken von Weichen und Kreuzungen ist die eine der beiden spurführenden Kanten des Gleises unterbrochen, weshalb mit Radlenker und Flügelschiene für eine Ersatz-Spurführung an den Innenseiten der Räder gesorgt werden muss.

Damit folgende Fälle, die beide zur Entgleisung führen können,
- Klemmen des Radsatzes zwischen Radlenker und Flügelschiene am Herzstück, wenn Radsatz-Innenmaß zu klein sowie
- Aufklettern des Spurkranzes auf der Herzstück-Spitze, wenn Radsatz-Innenmaß zu groß oder Spurkranz zu dick

nicht auftreten können, müssen die Abmessungen

am ***Radsatz***
- Spurmaß,
- Spurkranzdicke sowie
- Abstand der Rad-Innenflächen (Radsatz-Innenmaß)

und

am ***Herzstück***
- Spurweite,
- Rillenweite am Herzstück und am Radlenker sowie
- Distanz zwischen den Führungskanten an Radlenker und Flügelschiene

untereinander in engen Grenzen abgestimmt sein.

Alle diese Maße unterliegen Abweichungen durch Fabrikations-Toleranzen und durch Verschleiß. Die zulässigen Abweichungen (Toleranzen) müssen aufeinander gegenseitig abgestimmt sein.

2. Leitmaß und Leitweite

Entscheidende Bedeutung hat dabei je ein Maß am Radsatz und an der Weiche, die beide nur indirekt gemessen werden können:

Am ***Radsatz*** das
- „Leitmaß“ K (nach NEM 310) = Radsatz-Innenmaß + Spurkranzdicke.

An der ***Weiche***
- die „Leitweite“ C (nach NEM 110) = Distanz zwischen den Führungskanten an Radlenker und Herzstück.

Bedingungen für das sichere Befahren von Herzstücken

Für das sichere Befahren von Herzstücken müssen die beiden folgenden Bedingungen eingehalten sein:

- Max. Leitmaß kleiner oder gleich Min. Leitweite

$$K_{max} \leq C_{min}$$

- Min. Radsatz-Innenmaß größer oder gleich Max. Distanz zwischen den Führungskanten an Radlenker und Flügelschiene

$$B_{min} \geq S_{max}$$

3. Abhängigkeit zwischen der Rillenweite und Breite der Lauffläche des Rades

Zusätzlich besteht eine Abhängigkeit zwischen der Rillenweite am Herzstück und der Breite der Lauffläche des Rades:

Damit das Rad nicht in die im Herzstück vorhandene Lücke einfallen kann, muss dessen Lauffläche so breit sein, dass das Rad auf der Flügelschiene laufen kann, bis es die effektive Herzstückspitze passiert hat. Die erforderliche Breite der Lauffläche steigt mit der Rillenweite, sie wird aber auch größer mit größeren Weichenwinkeln.

4. Unterschiede zwischen Vorbild und Modell

Um ein sanftes Zentrieren des Radsatzes in den korrekten „Spurkanal“ des Herzstückes sicherzustellen, wird beim ***Vorbild*** die Rille am Radlenker kleiner gehalten als diejenige am Herzstück. Damit wird ein Anschlagen der Radsatz-Innenfläche an der Flügelschiene (Querschläge auf den Radsatz) vermieden; die Form des Radlenkers erlaubt sanften Einlauf.

Beim ***Modell*** werden bei Weichen und Kreuzungen in der Regel erheblich größere Weichenwinkel als beim Vorbild angewendet. Weil, wie oben dargelegt, die erforderliche Radsatzbreite sowohl vom Weichenwinkel als auch von der Rillenweite im Herzstück abhängig ist, wird abweichend vom Vorbild deshalb die Rillenweite im Herzstück in Abhängigkeit von der notwendigen Spurkranz-Dicke mit dem kleinstmöglichen Wert festgelegt. Damit wird die Rille am Radlenker größer. Die gegenüber dem Vorbild andere Form der Flügelschiene mit doppelter Abknickung (NEM 124) ermöglicht auch hier einen sanften Einlauf in den „Spurkanal“. Auf die erforderliche Radbreite hat dies keinen Einfluss. Bei schlanken Weichen (kleiner Weichenwinkel) ist die doppelte Abknickung der Flügelschiene nicht erforderlich.



	Normen Europäischer Modellbahnen	Beiblatt 2 zu NEM
MOROP	**Lehre für Radsatz und Gleis der Spurweite 9 mm**	**110/310** 1 Seite

Dokumentation **Maße in mm** **Ausgabe 2009**
(ersetzt Ausgabe 2001)

1. Zweck

Mit der Lehre können Radsätze und Gleise der Spurweite 9 mm auf Einhaltung der nach NEM 110, 124, 127 und 310 festgelegten Maße überprüft werden.

2. Form und Abmessungen der Lehre

Die Lehre besteht aus einer ca. 0,5 mm dicken Metallscheibe.

Die Beschriftung kann auf der Lehre angebracht sein.

Radsatz
Essieu
Gleis / Spurrillen
Voie / Ornière
Herzstück-Rillen
Ornière du Coeur
Weiche
Aiguillage

Toleranzen der Lehre: + bedeutet +0,03 - 0 ‾ bedeutet +0 - 0,03 Freimaßtoleranz 0,5

Der Lehre wird vom Hersteller eine Gebrauchsanleitung beigegeben, aus der die Handhabung ersichtlich ist.

Die Lehre wird von der Firma **Tillig Modellbahnen GmbH & Co. KG., Lange Straße 58 – 60, D-01855 Sebnitz** hergestellt und kann über den Modellbahn-Fachhandel bezogen werden.



Normen Europäischer Modellbahnen

Lehre für Radsatz und Gleis
der Spurweite 12 mm

Beiblatt 3 zu NEM 110/310
1 Seite

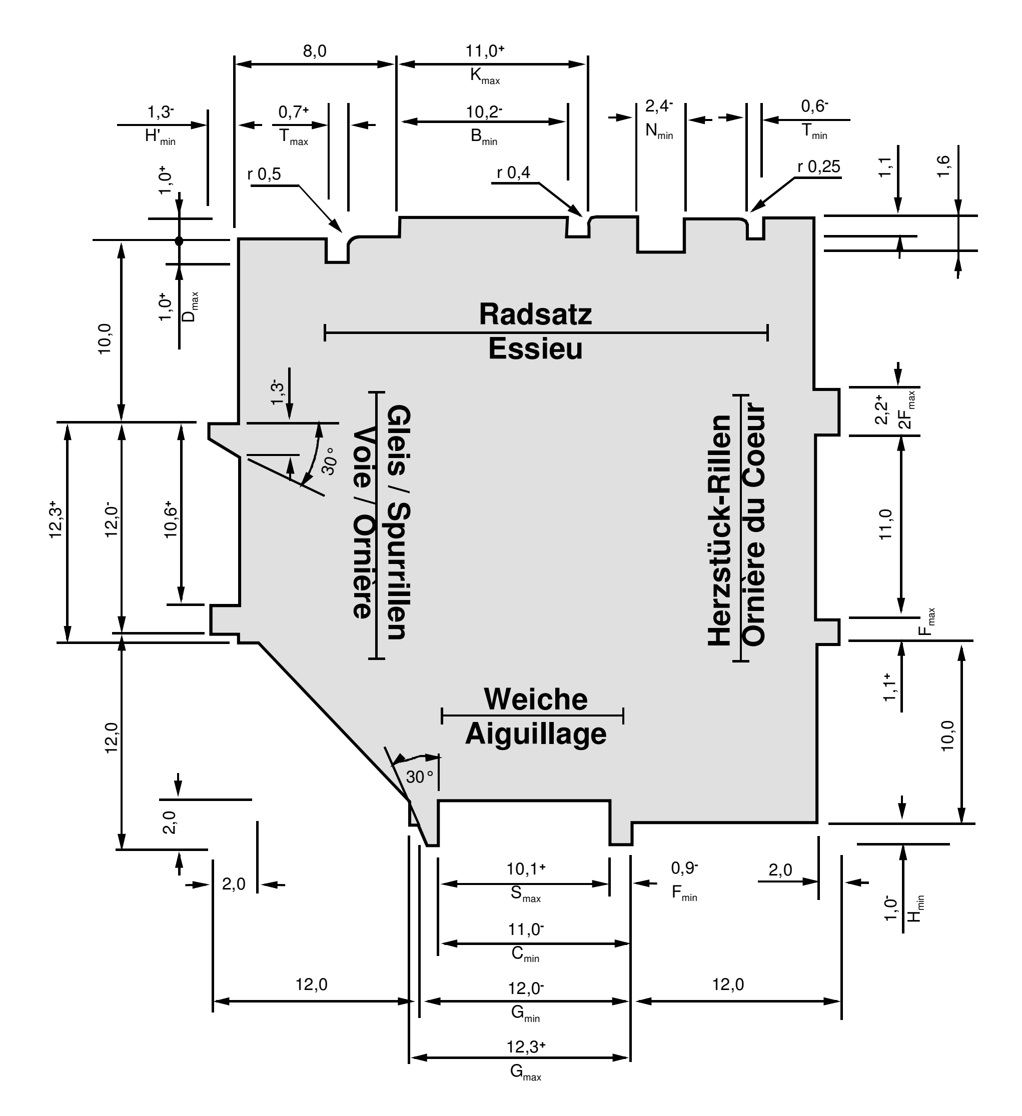
Dokumentation **Maße in mm** **Ausgabe 2009**
(ersetzt Ausgabe 2000)

1. Zweck

Mit der Lehre können Radsätze und Gleise der Spurweite 12 mm auf Einhaltung der nach NEM 110, 124, 127 und 310 festgelegten Maße überprüft werden.

2. Form und Abmessungen der Lehre

Die Lehre besteht aus einer ca. 0,5 mm dicken Metallscheibe.
Die Beschriftung kann auf der Lehre angebracht sein.



Toleranzen der Lehre: + bedeutet +0,03 - 0 - bedeutet +0 - 0,03 Freimaßtoleranz 0,5

Der Lehre wird vom Hersteller eine Gebrauchsanleitung beigegeben, aus der die Handhabung ersichtlich ist.

Die Lehre wird von der Firma **Tillig Modellbahnen GmbH & Co. KG., Lange Straße 58 - 60, D - 01855 Sebnitz** hergestellt und kann über den Modellbahn-Fachhandel bezogen werden.



Normen Europäischer Modellbahnen

Lehre für Radsatz und Gleis

der Spurweite 16,5 mm

Beiblatt 4 zu NEM 110/310

1 Seite

Dokumentation **Maße in mm** **Ausgabe 2009**

(ersetzt Ausgabe 2002)

1. Zweck

Mit der Lehre können Radsätze und Gleise der Spurweite 16,5 mm auf Einhaltung der nach NEM 110, 124, 127 und 310 festgelegten Maße überprüft werden.

2. Form und Abmessungen der Lehre

Die Lehre besteht aus einer ca. 0,5 mm dicken Metallscheibe.
Die Beschriftung kann auf der Lehre angebracht sein.

Radsatz
Essieu

Gleis / Spurrillen
Voie / Ornière

Herzstück-Rillen
Ornière du Coeur

Weiche
Aiguillage

Toleranzen der Lehre: + bedeutet + 0,03/ - 0 - bedeutet + 0/ - 0,03 Freimaßtoleranz 0,5

Der Lehre wird vom Hersteller eine Gebrauchsanleitung beigegeben, aus der die Handhabung ersichtlich ist.

Die Lehre wird von der Firma **Tillig Modellbahnen GmbH & Co. KG., Lange Straße 58 - 60, D - 01855 Sebnitz** hergestellt und kann über den Modellbahn-Fachhandel bezogen werden.



Normen Europäischer Modellbahnen

Lehre für Radsatz und Gleis

der Spurweite 32 mm

Beiblatt 6 zu NEM 110/310

1 Seite

Dokumentation **Maße in mm** **Ausgabe 2009**

1. Zweck

Mit der Lehre können Radsätze und Gleise der Spurweite 32 mm auf Einhaltung der nach NEM 110, 124, 127 und 310 festgelegten Maße überprüft werden.

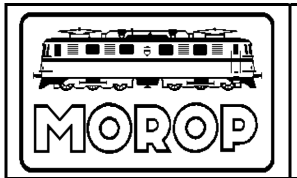
2. Form und Abmessungen der Lehre

Die Lehre besteht aus einer ca. 0,5 mm dicken Metallscheibe.
Die Beschriftung kann auf der Lehre angebracht sein.

20
30,0+ K_{max}
2,1- H'_{min}
1,2+ T_{max}
6
28,8- B_{min}
6
4,3- N_{min}
8
0,9- T_{min}
r 0,8+ 0,5D max
r 0,8+
r 0,4- 0,5D min
1,7
2,5
1,6+
22
1,6+ D_{max}
Radsatz
Essieu
2,6-
30°
Gleis / Spurrillen
Voie / Ornière
Herzstück-Rillen
Ornière du Coeur
4,0+ $2F_{max}$
30,0
F_{max}
32,3+ G_{max}
32,0- G_{min}
29,4+ E_{max}
24
2,0+
22
Weiche
Aiguillage
30°
6
6
28,3+ S_{max}
1,7- F_{min}
3,0
1,6- H_{min}
30,0- C_{min}
24
32,0- G_{min}
24
32,3+ G_{max}

Toleranzen der Lehre: + bedeutet + 0,03/ - 0 - bedeutet + 0/ - 0,03 Freimaßtoleranz 0,5

Der Lehre wird vom Hersteller eine Gebrauchsanleitung beigegeben, aus der die Handhabung ersichtlich ist.



Normen Europäischer Modellbahnen

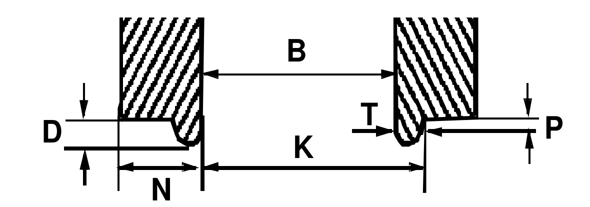
Radsätze
Spurführungs-Maße

NEM 310
1 Seite

Verbindliche Norm **Maße in mm** **Ausgabe 2009 (16112011)**
(ersetzt zusammen mit NEM 110 Ausgabe 2009 die NEM 310 Ausgabe 1977)

Diese Norm ist Grundlage für die Herstellung und Prüfung von Rädern und Radsätzen, die für den Betrieb auf Gleisen nach NEM 110 geeignet sind. Die NMRA-Normen S 3, S 4 und die NMRA-Empfehlung RP 25 wurden soweit wie möglich berücksichtigt.

Die Maße weichen von den maßstäblichen Verkleinerungen des Vorbildes im Interesse der Betriebssicherheit ab.



Maßtabelle

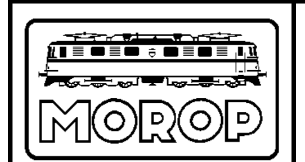
Spurweite G des Gleises	**K** [2]		**B**		**N** [3]		**N1** [3]	**T**		**D** [4]		**P**
	min	max [1]	min	max [1]	min [1]	max	min	min [1) 5)]	max	min [1]	max	
6,5	5,7	5,9	5,25	5,5	1,55	1,6	-	0,4	0,45	0,5	0,6	0,10
9	7,9	8,1	7,4	7,6	2,0	2,2	1,8	0,5	0,6	0,5	0,9	0,15
12	10,8	11,0	10,2	10,4	2,3	2,5	2,0	0,6	0,7	0,5	1,0	0,20
16,5	15,1	15,3	14,4	14,6	2,7	2,9	2,4	0,7	0,9	0,6	1,2	0,25
22,5	20,7	20,9	19,9	20,1	3,5	3,7	3,1	0,8	1,0	0,7	1,4	0,30
32	29,7	30,0	28,8	29,1	4,3	4,5	3,7	0,9	1,2	0,8	1,6	0,40
45	42,9	43,1	41,8	42,0	4,4	4,6	-	1,1	1,3	1,0	1,6	0,50
64	61,3	61,6	59,9	60,2	6,0	6,8	-	1,4	1,6	1,3	2,0	0,60

Anmerkungen

1) Das Anstreben dieser Werte führt zur größtmöglichen Vorbildnähe.
2) Um die Grenzwerte für das Leitmaß ***K*** einzuhalten, ist eine beliebige Aneinanderreihung der Grenzwerte der Spurkranzbreite ***T*** und des Radrückenflächenabstandes ***B*** nicht zulässig.
3) Die Radbreite darf kleiner als N_{min} sein, wenn die Bedingungen des Spurkranzauflaufs nach

   Anmerkung 4) erfüllt sind und wenn $K + N > G_{max}$ (nach NEM 110) eingehalten ist.

   Ohne Spurkranzauflauf kann der Grenzwert der Radbreite ***N1*** angewendet werden, wenn bei der Rillenweite an Herzstücken das Maß F_{min} (nach NEM 110) nicht überschritten wird. Andernfalls ist ein deutliches Einsinken in die Herzstücklücke zu erwarten.
4) Die Einhaltung der maximalen Rillenweite F_{max} (nach NEM 110) am Herzstück gestattet den gemeinschaftlichen Betrieb mit Rädern, deren Spurkränze eine unterschiedliche Höhe ***D*** haben. Werden infolge der Schrägstellung der Radsätze im Rillenbereich Erweiterungen über das Maß F_{max} (nach NEM 110) hinaus notwendig, so darf das Minimum der Spurkranzhöhe ***D*** nur 0,1 kleiner sein als das Maximum. Die Rillentiefe H_{max} (nach NEM 110) darf dann nur $\geq H_{min} + 0,1$ sein.
5) Die Anwendung von ***Tmin*** sollte mit ***Kmax*** einhergehen, um kein unnötig großes Spurspiel des Radsatzes im Gleis zu bewirken.



Normen Europäischer Modellbahnen

Lehre für Radsatz und Gleis
der Spurweite 16,5 mm

Beiblatt 1 zu NEM 310/311
1 Seite

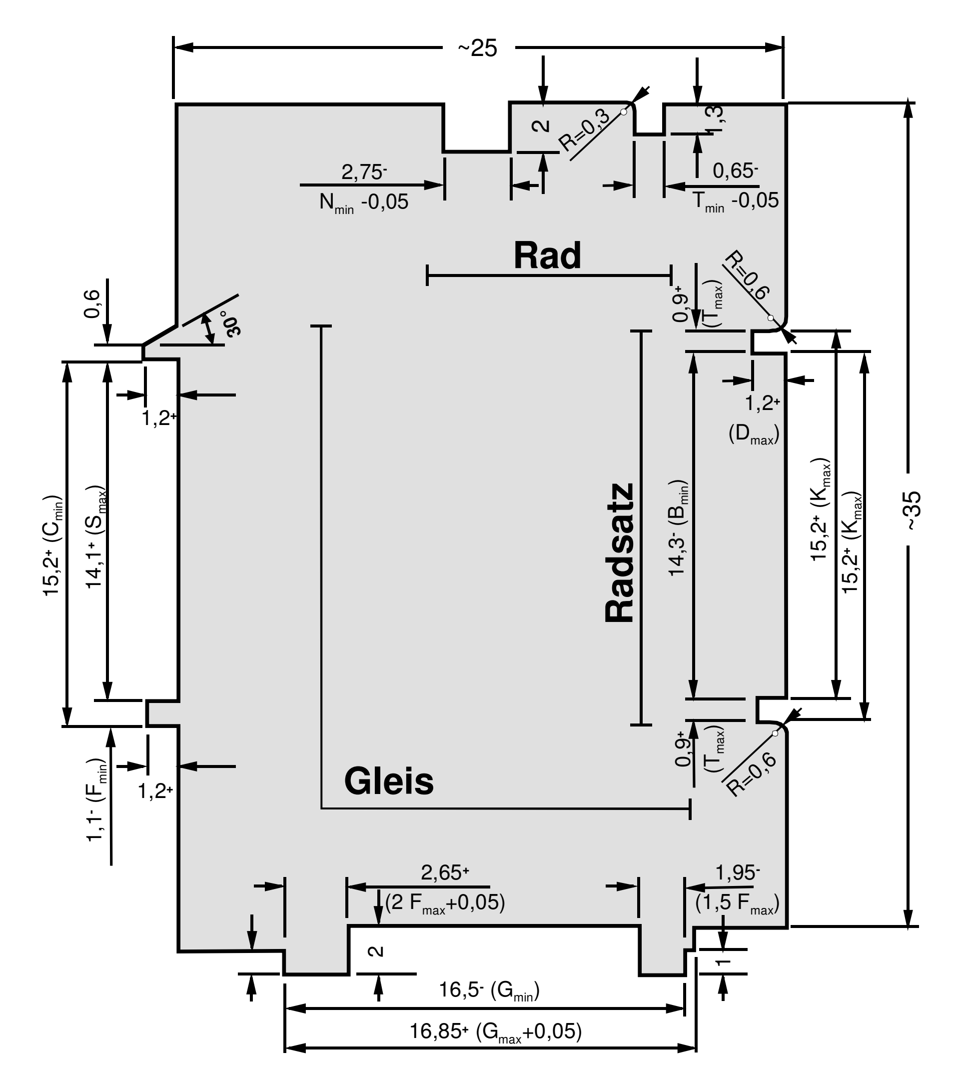
Dokumentation | **Maße in mm** | **Ausgabe 1984**

1. Zweck

Mit der Lehre können Radsätze und Gleise der Spurweite 16,5 mm auf Einhaltung der nach NEM 124, 127, 310 und 311 festgelegten Maße überprüft werden.

2. Form und Abmessungen der Lehre

Die Lehre besteht aus einer ca. 0,5 mm dicken Metallscheibe.

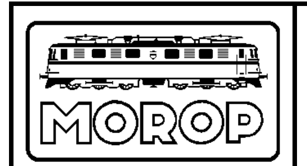


Toleranzen der Lehre: $^{+}$ bedeutet +0,03 - 0 $^{-}$ bedeutet +0 - 0,03 Freimaßtoleranz 0,5

Der Lehre wird vom Hersteller eine Gebrauchsanleitung beigegeben, aus der die Handhabung ersichtlich ist.

~~Die Lehre wird von der Firma **Hermann Heless, Teschnergasse 20/1/17, A-1180 Wien** hergestellt und kann über den Modellbahn-Fachhandel unter der Bestell-Nr. **9990** bezogen werden.~~

Siehe bitte NEM 310-311 Beiblatt 4



Normen Europäischer Modellbahnen

Lehre für Radsatz und Gleis der Spurweite 9 mm

Beiblatt 2 zu NEM 310/311

1 Seite

Dokumentation **Maße in mm** **Ausgabe 2001**

1. Zweck

Mit der Lehre können Radsätze und Gleise der Spurweite 9 mm auf Einhaltung der nach NEM 124, 127, 310 und 311 festgelegten Maße überprüft werden.

2. Form und Abmessungen der Lehre

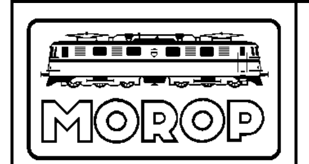
Die Lehre besteht aus einer ca. 0,5 mm dicken Metallscheibe.

Die Beschriftung kann auf der Lehre angebracht sein.

Toleranzen der Lehre: + bedeutet +0,03 - 0 - bedeutet +0 - 0,03 Freimaßtoleranz 0,5

Der Lehre wird vom Hersteller eine Gebrauchsanleitung beigegeben, aus der die Handhabung ersichtlich ist.

Die Lehre wird von der Firma **Tillig Modellbahnen GmbH & Co. KG., Lange Straße 58–60, D-01855 Sebnitz** hergestellt und kann über den Modellbahn-Fachhandel unter der Bestell-Nr. **08961** bezogen werden.



Normen Europäischer Modellbahnen

Lehre für Radsatz und Gleis
der Spurweite 12 mm

Beiblatt 3 zu NEM 310/311
1 Seite

Dokumentation **Maße in mm** **Ausgabe 2000** (08072007)

1. Zweck

Mit der Lehre können Radsätze und Gleise der Spurweite 12 mm auf Einhaltung der nach NEM 124, 127, 310 und 311 festgelegten Maße überprüft werden.

2. Form und Abmessungen der Lehre

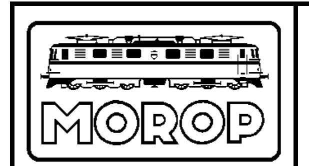
Die Lehre besteht aus einer ca. 0,5 mm dicken Metallscheibe.

8,0
$11,0^{+}$ K_{max}
$1,3^{-}$ H'_{min}
$0,7^{+}$ T_{max}
$10,2^{-}$ B_{min}
$2,4^{-}$ N_{min}
$0,6^{-}$ T_{min}
r 0,5
r 0,4
r 0,25
1,1
1,6
$1,0^{+}$
$1,0^{+}$ D_{max}
10,0
Radsatz
$1,3^{-}$
30°
Gleis / Spurrillen
Herzstück-Rillen
$2,2^{+}$ $2F_{max}$
$12,3^{+}$
$12,0^{-}$
$10,6^{+}$
11,0
F_{max}
$1,1^{+}$
10,0
12,0
Weiche
30°
2,0
2,0
$10,1^{+}$ S_{max}
$0,9^{-}$ F_{min}
2,0
$1,0^{-}$ H_{min}
$11,0^{-}$ C_{min}
12,0
$12,0^{-}$ G_{min}
12,0
$12,3^{+}$ G_{max}

Toleranzen der Lehre: $^{+}$ bedeutet +0,03 - 0 $^{-}$ bedeutet +0 - 0,03 Freimaßtoleranz 0,5

Der Lehre wird vom Hersteller eine Gebrauchsanleitung beigegeben, aus der die Handhabung ersichtlich ist.

Die Lehre wird von der Firma **Tillig Modellbahnen GmbH & Co. KG., Lange Straße 58-60, D-01855 Sebnitz** hergestellt und kann über den Modellbahn-Fachhandel unter der Bestell-Nr. **08960** bezogen werden.



Normen Europäischer Modellbahnen

Lehre für Radsatz und Gleis
der Spurweite 16,5 mm

Beiblatt 4 zu NEM 310/311
1 Seite

Dokumentation **Maße in mm** **Ausgabe 2002**

1. Zweck

Mit der Lehre können Radsätze und Gleise der Spurweite 16,5 mm auf Einhaltung der nach NEM 124, 127, 310 und 311 festgelegten Maße überprüft werden.

2. Form und Abmessungen der Lehre

Die Lehre besteht aus einer ca. 0,5 mm dicken Metallscheibe.

Die Beschriftung kann auf der Lehre angebracht sein.

Radsatz
Essieu

Gleis / Spurrillen
Voie / Ornière

Herzstück-Rillen
Ornière du Coeur

Weiche
Aiguillage

Toleranzen der Lehre: $^{+}$ bedeutet +0,03 - 0 $^{-}$ bedeutet +0 - 0,03 Freimaßtoleranz 0,5

Der Lehre wird vom Hersteller eine Gebrauchsanleitung beigegeben, aus der die Handhabung ersichtlich ist.

Die Lehre wird von der Firma **Tillig Modellbahnen GmbH & Co. KG., Lange Straße 58 – 60, D - 01855 Sebnitz** hergestellt und kann über den Modellbahn-Fachhandel unter der Bestell - **Nr. 08961** bezogen werden.
Das ebenfalls für die Spurweite 16.5 bestehende Beiblatt 1 bleibt vorläufig weiter gültig!



Normen Europäischer Modellbahnen

Grundsätze der Spurführung in Herzstücken

Dokumentation **Ausgabe 2009 (16112011)**

1. Allgemeines

In den Herzstücken von Weichen und Kreuzungen ist die eine der beiden spurführenden Kanten des Gleises unterbrochen, weshalb mit Radlenker und Flügelschiene für eine Ersatz-Spurführung an den Innenseiten der Räder gesorgt werden muss.

Damit folgende Fälle, die beide zur Entgleisung führen können,
- Klemmen des Radsatzes zwischen Radlenker und Flügelschiene am Herzstück, wenn Radsatz-Innenmaß zu klein sowie
- Aufklettern des Spurkranzes auf der Herzstück-Spitze, wenn Radsatz-Innenmaß zu groß oder Spurkranz zu dick nicht auftreten können, müssen die Abmessungen

am ***Radsatz***
- Spurmaß,
- Spurkranzdicke sowie
- Abstand der Rad-Innenflächen (Radsatz-Innenmaß)

und

am ***Herzstück***
- Spurweite,
- Rillenweite am Herzstück und am Radlenker sowie
- Distanz zwischen den Führungskanten an Radlenker und Flügelschiene

untereinander in engen Grenzen abgestimmt sein.

Alle diese Maße unterliegen Abweichungen durch Fabrikations-Toleranzen und durch Verschleiß. Die zulässigen Abweichungen (Toleranzen) müssen aufeinander gegenseitig abgestimmt sein.

2. Leitmaß und Leitweite

Entscheidende Bedeutung hat dabei je ein Maß am Radsatz und an der Weiche, die beide nur indirekt gemessen werden können:

Am ***Radsatz*** das
- „Leitmaß" K (nach NEM 310) = Radsatz-Innenmaß + Spurkranzdicke.

An der ***Weiche***
- die „Leitweite" C (nach NEM 110) = Distanz zwischen den Führungskanten an Radlenker und Herzstück.

Bedingungen für das sichere Befahren von Herzstücken

Für das sichere Befahren von Herzstücken müssen die beiden folgenden Bedingungen eingehalten sein:

- Max. Leitmaß kleiner oder gleich Min. Leitweite

$$K_{max} \leq C_{min}$$

- Min. Radsatz-Innenmaß größer oder gleich Max. Distanz zwischen den Führungskanten an Radlenker und Flügelschiene

$$B_{min} \geq S_{max}$$

3. Abhängigkeit zwischen der Rillenweite und Breite der Lauffläche des Rades

Zusätzlich besteht eine Abhängigkeit zwischen der Rillenweite am Herzstück und der Breite der Lauffläche des Rades:

Damit das Rad nicht in die im Herzstück vorhandene Lücke einfallen kann, muss dessen Lauffläche so breit sein, dass das Rad auf der Flügelschiene laufen kann, bis es die effektive Herzstückspitze passiert hat. Die erforderliche Breite der Lauffläche steigt mit der Rillenweite, sie wird aber auch größer mit größeren Weichenwinkeln.

4. Unterschiede zwischen Vorbild und Modell

Um ein sanftes Zentrieren des Radsatzes in den korrekten „Spurkanal" des Herzstückes sicherzustellen, wird beim ***Vorbild*** die Rille am Radlenker kleiner gehalten als diejenige am Herzstück. Damit wird ein Anschlagen der Radsatz-Innenfläche an der Flügelschiene (Querschläge auf den Radsatz) vermieden; die Form des Radlenkers erlaubt sanften Einlauf.

Beim ***Modell*** werden bei Weichen und Kreuzungen in der Regel erheblich größere Weichenwinkel als beim Vorbild angewendet. Weil, wie oben dargelegt, die erforderliche Radsatzbreite sowohl vom Weichenwinkel als auch von der Rillenweite im Herzstück abhängig ist, wird abweichend vom Vorbild deshalb die Rillenweite im Herzstück in Abhängigkeit von der notwendigen Spurkranz-Dicke mit dem kleinstmöglichen Wert festgelegt. Damit wird die Rille am Radlenker größer. Die gegenüber dem Vorbild andere Form der Flügelschiene mit doppelter Abknickung (NEM 124) ermöglicht auch hier einen sanften Einlauf in den „Spurkanal". Auf die erforderliche Radbreite hat dies keinen Einfluss. Bei schlanken Weichen (kleiner Weichenwinkel) ist die doppelte Abknickung der Flügelschiene nicht erforderlich.



Normen Europäischer Modellbahnen

Lehre für Radsatz und Gleis
der Spurweite 32 mm

Beiblatt 6 zu NEM 110/310
1 Seite

Dokumentation **Maße in mm** **Ausgabe 2009 (31102010)**

1. Zweck

Mit der Lehre können Radsätze und Gleise der Spurweite 32 mm auf Einhaltung der nach NEM 110, 124, 127 und 310 festgelegten Maße überprüft werden.

2. Form und Abmessungen der Lehre

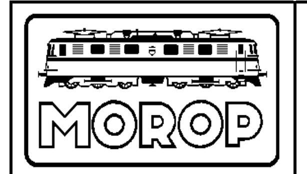
Die Lehre besteht aus einer ca. 0,5 mm dicken Metallscheibe.
Die Beschriftung kann auf der Lehre angebracht sein.

Radsatz
Essieu
Gleis / Spurrillen
Voie / Ornière
Herzstück-Rillen
Ornière du Coeur
Weiche
Aiguillage

Toleranzen der Lehre: + bedeutet + 0,03/ - 0 - bedeutet + 0/ - 0,03 Freimaßtoleranz 0,5

Der Lehre wird vom Hersteller eine Gebrauchsanleitung beigegeben, aus der die Handhabung ersichtlich ist.

Die Lehre wird von der internationalen ARGE Spur 0 vertrieben und kann über die Geschäftsstelle: c/o Peter Merz, Postfach 1505, D - 73405 Aalen bezogen werden.



Normen Europäischer Modellbahnen

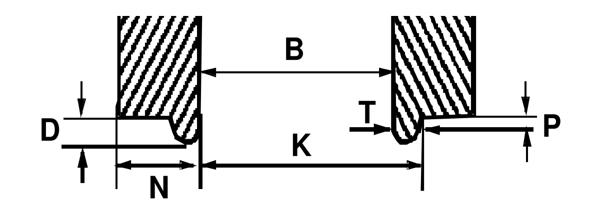
Radsätze für Groß- und Gartenbahnen Spurführungs-Maße

NEM 310G
1 Seite

Verbindliche Norm **Maße in mm** **Ausgabe 2010 (16112011)**

Diese Norm ist Grundlage für die Herstellung und Prüfung von Rädern und Radsätzen, die für den Betrieb auf Gleisen nach NEM 110G geeignet sind. Sie ist eine Weiterentwicklung auf der Basis der Norm Europäischer Dampf- und Gartenbahnen NEDG 310.

Die Maße weichen von den maßstäblichen Verkleinerungen des Vorbildes im Interesse der Betriebssicherheit ab.



Maßtabelle

Spurweite G	K [2)]		B		N [3)]		T		D [4)]		P
des Gleises	min	max [1)]	min	max [1)]	min [1)]	max	min [1) 5)]	max	min [1)]	max	
89	84,7	85,0	83,0	83,3	11,0	13,0	1,7	2,0	3,0	4,0	1,2
127	119,5	122,0	117,0	119,0	14,5	16,5	2,5	3,0	4,0	4,7	1,6
184	175,0	176,0	172,0	173,0	21,0	23,0	3,0	4,0	5,0	6,3	2,4
260	250,0	251,5	244,5	246,0	24,0	28,0	5,5	7,0	5,0	9,0	3,2

Anmerkungen

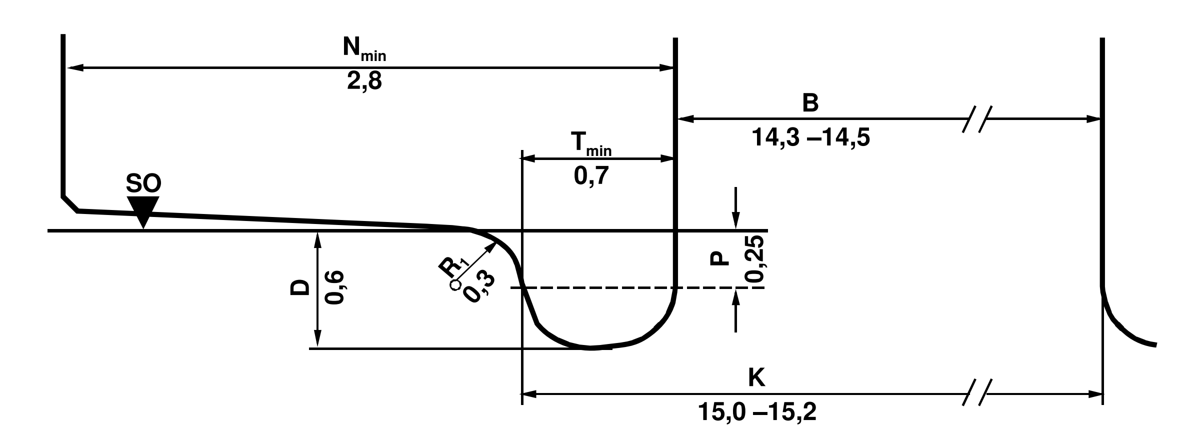
1) Das Anstreben dieser Werte führt zur größtmöglichen Vorbildnähe.
2) Um die Grenzwerte für das Leitmaß ***K*** einzuhalten, ist eine beliebige Aneinanderreihung der Grenzwerte der Spurkranzbreite ***T*** und des Radrückenflächenabstandes ***B*** nicht zulässig.
3) Die Radbreite darf kleiner als N_{min} sein, wenn die Bedingungen des Spurkranzauflaufs nach Anmerkung 4) erfüllt sind und wenn $K + N > G_{max}$ (nach NEM 110G) eingehalten ist.
4) Die Einhaltung der maximalen Rillenweite F_{max} (nach NEM 110G) am Herzstück gestattet den gemeinschaftlichen Betrieb mit Rädern, deren Spurkränze eine unterschiedliche Höhe ***D*** haben. Werden infolge der Schrägstellung der Radsätze im Rillenbereich Erweiterungen über das Maß F_{max} (nach NEM 110G) hinaus notwendig, so darf das Minimum der Spurkranzhöhe ***D*** nur 1 mm kleiner sein als das Maximum. Die Rillentiefe H_{max} (nach NEM 110G) darf dann nur ≥ H_{min} + 1 mm sein.
5) Die Anwendung von ***Tmin*** sollte mit ***Kmax*** einhergehen, um kein unnötig großes Spurspiel des Radsatzes im Gleis zu bewirken.

1. Zweck

Nach NEM 311 kann die Spurkranzhöhe ***D*** ohne Beeinträchtigung der horizontalen Führungsfunktion bis auf etwa die Hälfte des Maximalwertes verkleinert werden. Eine noch weitergehende Verkleinerung verbietet sich durch das vorgegebene Mindestmaß für die Spurkranzbreite ***T***.

In diesem Blatt wird beispielhaft ein Radsatz mit geringer Spurkranzhöhe dargestellt.

2. Darstellung für Nenngröße H0



Die Mindestradbreite ***N*** = 2,8 sollte in diesem Fall möglichst in Verbindung mit dem maximalen Radsatz-Innenmaß B = 14,5 mm (ergibt sich laut NEM 310 aus ***K*** minus ***T***) angewandt werden.

Eine Verringerung der Radbreite ***N*** beeinträchtigt in der Regel zwar nicht die Betriebssicherheit, führt aber zu einem sicht- und hörbaren Einsinken des Rades im Herzstückbereich von Weichen und Kreuzungen.

2.1 Vergleich NEM - NMRA

Das unter 2 dargestellte NEM-Radprofil ist nahezu identisch mit den NMRA-Radprofil nach RP 25 Code 110 (Spurkranzhöhe ***D*** = 0,64 mm, Spurkranzbreite ***T*** = 0,76 mm, Radbreite ***N*** = 2,79 mm).

Nach NMRA-Standard S 4 kann sich in Verbindung mit RP 25 ein geringfügig größeres Radsatz-Innenmaß (14,64 mm) ergeben, als nach NEM zulässig. Dies kann zum Spurkranzauflauf an der Herzstückspitze und damit zur Entgleisung führen. NMRA -Radsätze mit RP 25-Profil können daher auf NEM-Gleisen nur eingesetzt werden, wenn das Radsatz -Innenmaß ***B*** innerhalb des NEM-Toleranzbereichs liegt.

Anmerkung :

Der geringe Unterschied zwischen den NEM- und NMRA-Abmessungen beruht in erster Linie auf der unterschiedlichen Rillenweite im Weichenbereich, bedingt durch die verschiedenartige Fahrzeugstruktur:

- in den USA fast ausschließlich Drehgestellwagen,
- in Europa zahlreiche Lenkachswagen mit großem Radstand.

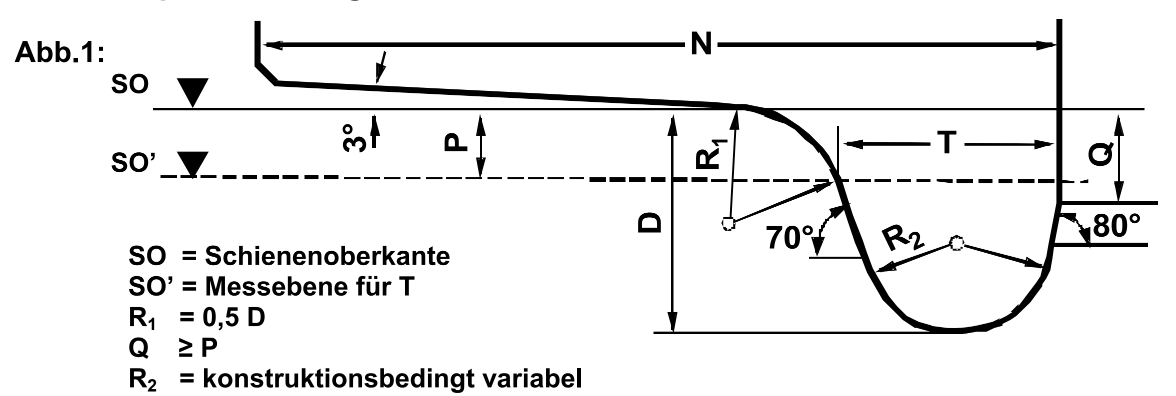
Letztere bewirken auf den engen Modellbahn-Gleisradien eine stärkere Schrägstellung der Räder und bedingen damit eine größere Rillenweite, d. h. eine kleinere Leitweite C (siehe NEM 310) gegenüber NMRA. Diese kleinere Leitweite in Weichen verlangt die Einhaltung des NEM-Radsatz-Innenmaßes von B_{max} = 14,5 mm (bei NMRA RP 25, Code 110, S 4 ist B_{max} = 14 64 mm).

1. Zweck

Diese Norm ergänzt die NEM 310 und beschreibt ein Radreifenprofil, das bei Einhaltung der NEM 110 und NEM 310 eine hohe Laufsicherheit gewährleistet.

2. Prinzip-Darstellung

Abb.1:



Die Maße für ***D, N, P*** und ***T*** sind NEM 310 zu entnehmen.

Die Ausrundung R_1 zwischen Lauf- und Spurkranz hat eine hohe Bedeutung für die Laufsicherheit und ist größer als die Schienenkopfausrundung ***R*** nach NEM 120. Bei Rädern mit Haftreifen kann auf die Ausrundung verzichtet werden.

3. Anwendungsmöglichkeiten

3.1 Radbreite

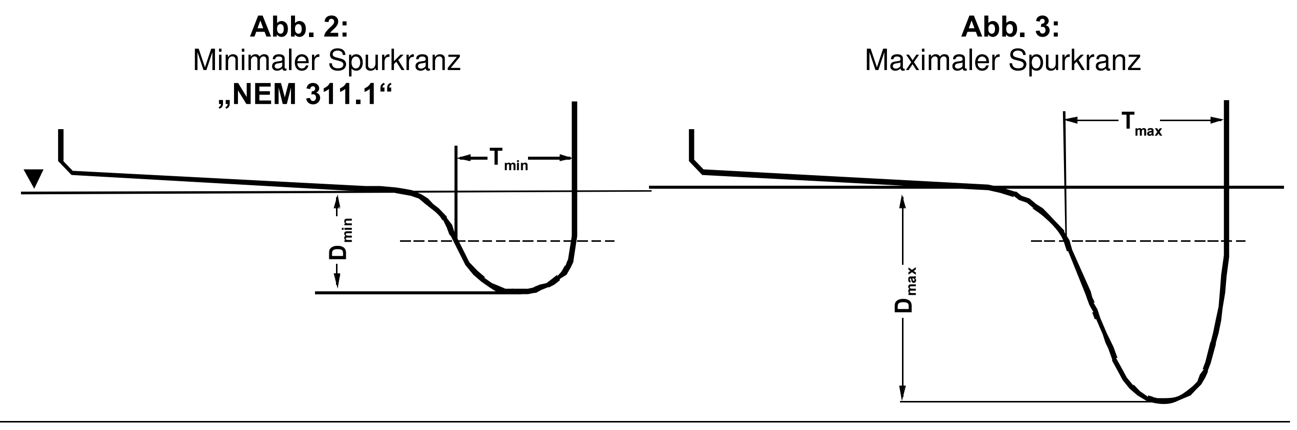
Die Radbreite ***N*** kann laut NEM 310, Anmerkung 3) bis auf den Wert N_1 verringert werden, wenn ausschließlich Weichen mit dem Minimalwert der Rillenweite F befahren werden. Noch schmalere Räder beeinträchtigen in der Regel zwar nicht die Betriebssicherheit, führen aber zu einem merklichen Einsinken der Räder im Herzstückbereich.

3.2 Spurkranzhöhe

Beispielhaft werden in den Abb. 2 und 3 die Grenzsituationen mit minimalem und mit maximalem Spurkranz dargestellt, wobei das Profil mit minimalem Spurkranz angestrebt werden soll. Zur Kennzeichnung dieses Profils soll die Bezeichnung „NEM 311.1“ verwendet werden.

Abb. 2: Minimaler Spurkranz **„NEM 311.1“**

Abb. 3: Maximaler Spurkranz



Die Spurkranzhöhe ***D*** kann ohne Beeinträchtigung der horizontalen Führungsfunktion im Rahmen der zulässigen Grenzmaße nach NEM 310 frei gewählt werden. Eine noch weiter gehende Verkleinerung verbietet sich durch das vorgegebene Mindestmaß für die Spurkranzbreite ***T***.

Erläuterung zu Abb. 2

Der Spurkranz nach Abb. 2 entspricht in der Form weitgehend dem Vorbild.
Geringe Spurkranzhöhen erfordern sorgfältig verlegte Gleise und eine sichere Allradauflage.

Erläuterung zu Abb. 3

Die maximale Spurkranzhöhe D_{max} nach Abb. 3 sollte nur bei Modellen mit großem Achsstand ohne gesicherte Allradauflage angewendet werden oder wenn aus mechanischen oder elektrischen Funktionsgründen ein Spurkranzauflauf in den Herzstückbereichen von Weichen oder Kreuzungen vorgesehen ist.

4. Vergleich NEM – NMRA [1)]

Das in Abb. 2 dargestellte NEM-Radprofil ist nahezu identisch mit dem NMRA-Radprofil nach RP 25.

Nach NMRA-Norm S-4.2 kann sich mit RP 25-Profilen ein geringfügig größeres Radsatz-Innenmaß ***B*** und damit ein größeres Leitmaß ***K*** ergeben als nach NEM 310 zulässig. Dies kann zum Spurkranzanlauf an der Herzstückspitze und damit zur Entgleisung führen. NMRA-Radsätze mit RP 25-Profil können daher auf NEM-Gleisen nur eingesetzt werden, wenn das Leitmaß ***K*** innerhalb des Toleranzbereiches nach NEM 310 liegt.
Fine-scale-Radsätze nach NMRA S-4.1 sind in der Regel mit NEM nicht verträglich.

Anmerkung:

1) Der geringe Unterschied zwischen den NEM- und den NMRA-Abmessungen beruht in erster Linie auf der unterschiedlichen Rillenweite im Weichenbereich, bedingt durch die verschiedenartige Fahrzeugstruktur:
   - in Europa zahlreiche Lenkachswagen mit großem Achsstand,
   - in den USA fast ausschließlich Drehgestellwagen.

   Erstere bewirken auf den engen Modellbahn-Gleisradien eine stärkere Schrägstellung der Räder und bedingen damit eine größere Rillenweite, d.h. eine kleinere Leitweite ***C*** (siehe NEM 110) gegenüber NMRA. Diese kleinere Leitweite an Herzstücken verbietet eine Überschreitung des Leitmaßes K_{max} und damit des maximalen Radrückenflächenabstandes ***B*** nach NEM 310.

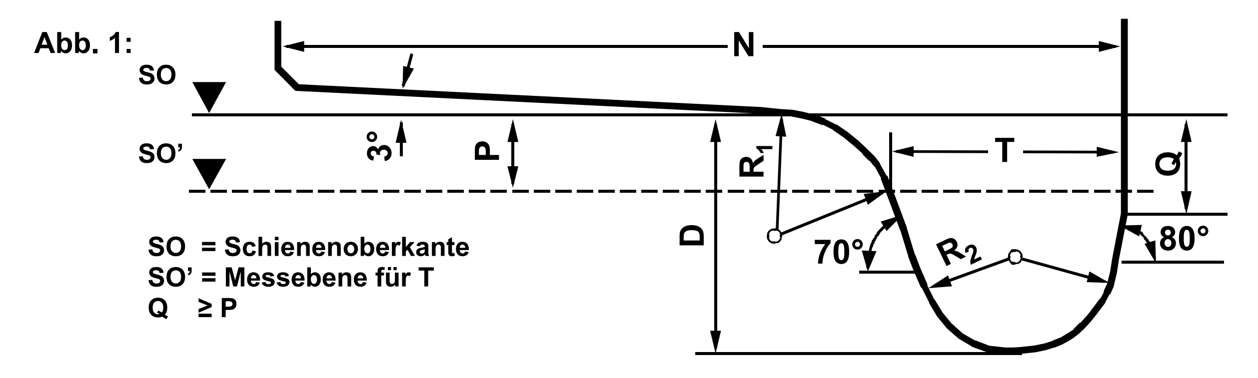
Empfehlung **Ausgabe 2011**
(ersetzt Ausgabe 2010)

1. Zweck

Diese Norm ergänzt die NEM 310G und beschreibt ein Radreifenprofil, das bei Einhaltung der NEM 110G und NEM 310G eine hohe Laufsicherheit gewährleistet.

2. Prinzip-Darstellung

Abb. 1:



Maßtabelle

Spurweite G	R_1	R_2
89	1,0	0,7
127	1,5	1,0
184	3,0	1,5
260	3,0	2,3

Die Maße für ***B, D, N, P*** und ***T*** sind NEM 310G zu entnehmen.
Die Maße T und R1 sind gegenläufig voneinander abhängig. Es gilt $G > B + 2 * T + 1{,}8 * R_1$.
Das Maß R_1 (Ausrundung zwischen Lauf- und Spurkranz) muss aber größer als die Schienenkopfausrundung ***R*** (Definition siehe NEM 120) sein. Es hat eine hohe Bedeutung für die Laufsicherheit.

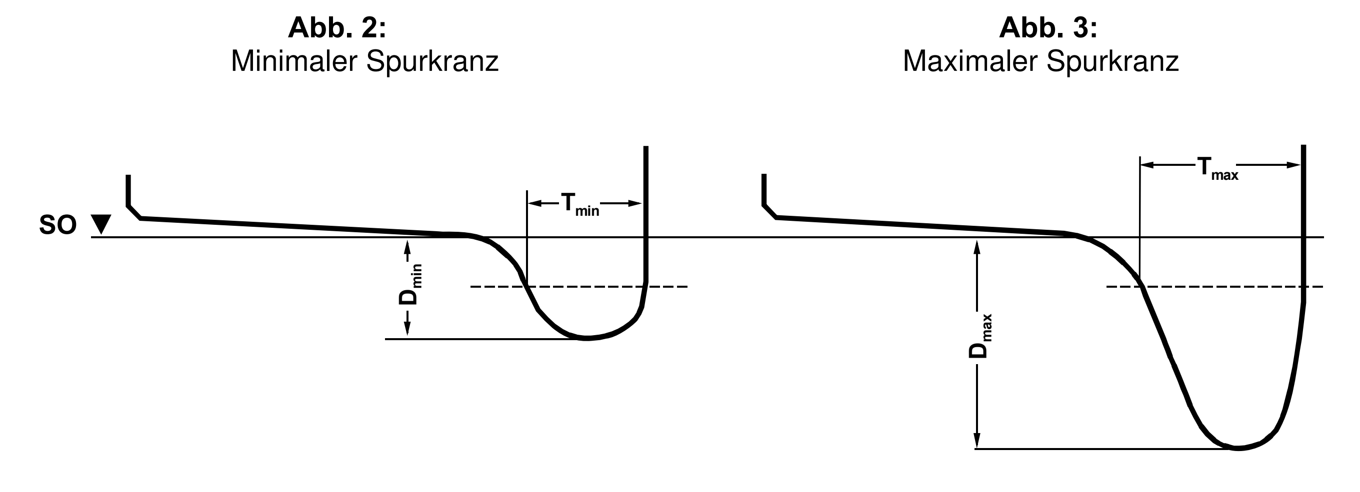
3. Anwendungsmöglichkeiten

Spurkranzhöhe

Beispielhaft werden in den Abb. 2 und 3 die Grenzsituationen mit minimalem und mit maximalem Spurkranz dargestellt, wobei das Profil mit minimalem Spurkranz angestrebt werden soll.

Abb. 2: Minimaler Spurkranz

Abb. 3: Maximaler Spurkranz



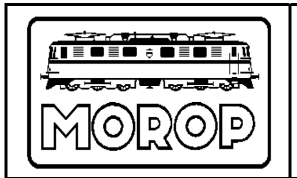
Die Spurkranzhöhe ***D*** kann ohne Beeinträchtigung der horizontalen Führungsfunktion im Rahmen der zulässigen Grenzmaße nach NEM 310G frei gewählt werden. Eine noch weiter gehende Verkleinerung verbietet sich durch das vorgegebene Mindestmaß für die Spurkranzbreite ***T***.

Erläuterung zu Abb. 2

Der Spurkranz nach Abb. 2 entspricht in der Form weitgehend dem Vorbild.
Geringe Spurkranzhöhen erfordern sorgfältig verlegte Gleise und eine sichere Allradauflage.

Erläuterung zu Abb. 3

Die maximale Spurkranzhöhe D_{max} nach Abb. 3 sollte nur bei Modellen mit großem Achsstand ohne gesicherte Allradauflage angewendet werden oder wenn aus mechanischen Funktionsgründen ein Spurkranzauflauf in den Herzstückbereichen von Weichen oder Kreuzungen vorgesehen ist.

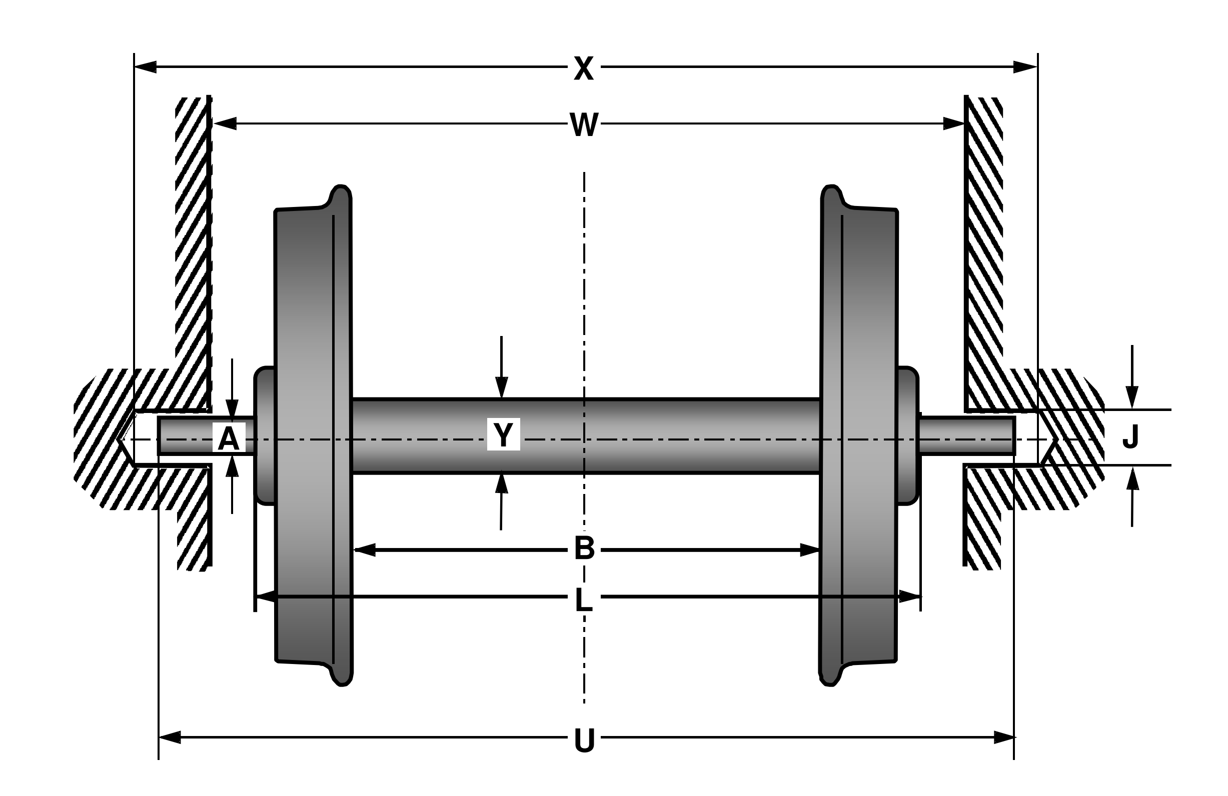


Normen Europäischer Modellbahnen

Wagenradsatz für Zapfenlager

NEM
313
1 Seite

Empfehlung **Maße in mm** **Ausgabe 2009**
(ersetzt Ausgabe 2008)



Maßtabelle

Spurweite	A_{max}	Y	J_{min}	L_{max}	U	W	X
12	1,0	1,5	1,2	15,8	$20,2^{\pm 0,2}$	$17,4^{+0,4}$	$20,6^{+0,6}$
16,5	1,0	2,0	1,2	20,8	$25,5^{\pm 0,2}$	$22,4^{+0,4}$	$25,8^{+0,8}$
22,5	1,5	3,0	1,7	27,8	$33,9^{\pm 0,3}$	$29,6^{+0,5}$	$34,4^{+0,6}$
32	2,0	4,0	2,2	39,0	$46,4^{\pm 0,4}$	$41,0^{+0,6}$	$47,0^{+0,4}$
45	3,0	5,0	3,2	52,7	$63,9^{\pm 0,6}$	$55,0^{+0,8}$	$64,7^{+0,4}$
64	4,0	7,0	4,2	76,2	$96,0^{\pm 0,2}$	$78,0^{+0,5}$	$98,0^{+0,2}$

Anmerkungen

Für Spurweiten kleiner als 12 mm ist die Zapfenlagerung nicht anzuwenden.

Die Werte für die Achsdicke Y sind Richtmaße.

Für die Maße B gilt NEM 310.



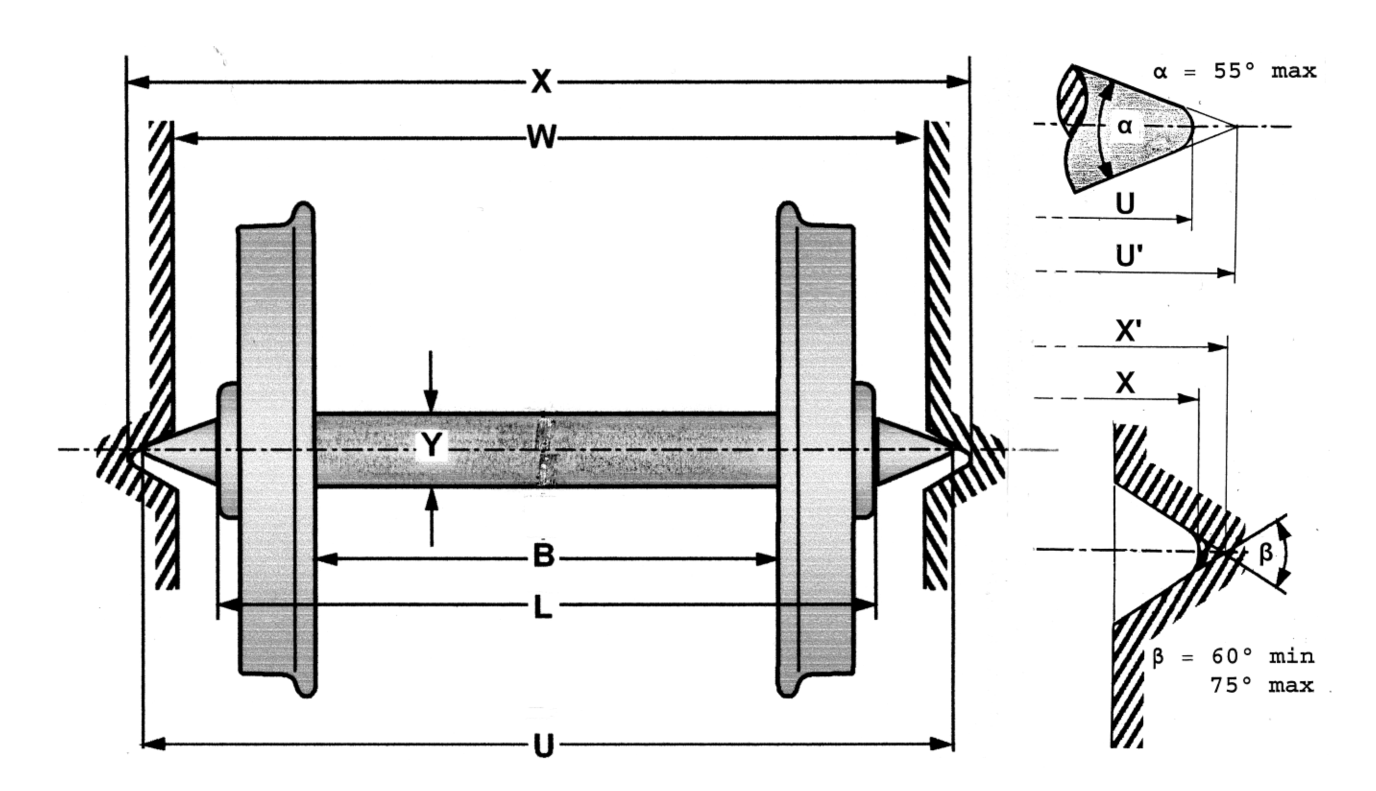
Normen Europäischer Modellbahnen

Wagenradsatz für Spitzenlager

NEM 314

1 Seite

Empfehlung **Maße in mm** **Ausgabe 2006** (30092012)
(ersetzt Ausgabe 1978)



Maßtabelle

Spurweite	Y	L_{max}	W	U	U'	X	X'
6,5	1,0	8,6	$9{,}0^{\pm 0,1}$	$10{,}4^{\pm 0,1}$	$10{,}8^{\pm 0,1}$	$10{,}6^{-0,1}$	$11{,}0^{-0,1}$
9	1,0	12,1	$12{,}5^{+0,3}$	$13{,}9^{\pm 0,1}$	$14{,}3^{\pm 0,1}$	$14{,}2^{-0,1}$	$14{,}6^{-0,1}$
12	1,5	15,5	$16{,}0^{+0,3}$	$18{,}2^{\pm 0,1}$	$18{,}6^{\pm 0,1}$	$18{,}6^{-0,2}$	$19{,}0^{-0,2}$
16,5	2,0	20,7	$21{,}2^{+0,4}$	$23{,}9^{\pm 0,1}$	$24{,}3^{\pm 0,1}$	$24{,}3^{-0,2}$	$24{,}7^{-0,2}$
22,5	2,5	27,8	$28{,}6^{+0,5}$	$33{,}2^{\pm 0,2}$	$33{,}6^{\pm 0,2}$	$33{,}7^{-0,2}$	$34{,}1^{-0,2}$

Anmerkungen:

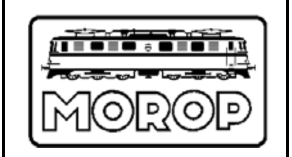
Für die Spurweiten 32 mm und größer wird die Spitzenlagerung nicht empfohlen.

Die Werte für die Achsdicke Y sind Richtmaße.

Für die Maße B gilt NEM 310.

Die Differenzen zwischen U und U' resultieren aus den lauftechnisch und fertigungstechnisch notwendigen Abstumpfungen der Achsspitzen. Sie entsprechen Ausrundungsradien von ca. 0,15 mm.

Die Differenzen von X und X' entsprechen Ausrundungsradien der Lagerkalotten von ca. 0,25 mm.



Normen Europäischer Modellbahnen

Radsatz und Gleis
für besondere Systeme

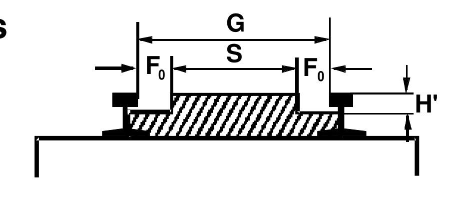
NEM 340
1 Seite

Dokumentation | **Maße in mm** | **Ausgabe 2008 (30092010)**
(ersetzt Ausgabe 1997)

1. Zweck

Diese Norm enthält zum Teil von NEM 110 und 310 abweichende Maße für Radsatz und Gleis entsprechend den Systemen MÄRKLIN sowie für H0 auch Angaben über Mittelleiter und Stromabnahme.

2. Radsatz und Gleis



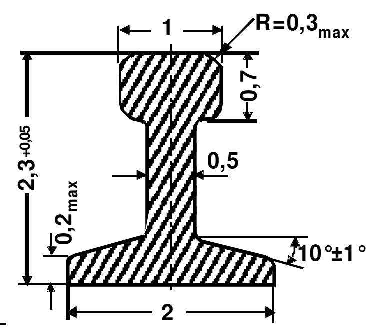
Alle waagrechten Maße dieser Norm werden zwischen den senkrechten Kanten der Schienen gemessen.

Maßtabelle:

Spurweite G des Gleises		Gleis				Radsatz		Rad			
		C	S	F	H	K	B	N	T		D
Nennwert	max	min	max	max	min	max	min	min	min	max	max
16,6	16,7	15,0	13,6	1,7	1,3	15,0	14,0	3,0	0,9	1,0	1,35
45	45,3	41,8	39,3	2,8	2,2	41,8	39,8	5,7	1,5	1,7	2,2

Es gelten sinngemäß die Anmerkungen in NEM 110 und 310

Neben den in NEM 120 empfohlenen Schienenprofilen wird für die Nenngröße H0 beim Mittelleiterbetrieb auch ein 2,3 mm hohes Schienenprofil (Profil 23) mit den dargestellten Abmessungen verwendet.



3. Besondere Angaben für das H0-Mittelleitersystem

Das System MÄRKLIN H0 beruht auf dem symmetrischen Mittelleiter- und Oberleitungsbetrieb (Speisesystem 0-4 bzw. 0-3 nach NEM 620).

3.1 Mittelleiter

Als Mittelleiter wird aus optischen Gründen in der Regel anstelle einer durchgehenden Schiene eine Punktkontaktreihe verwendet.

Abstand: Die Punktkontakte werden im Allgemeinen im Schwellenabstand angebracht; der doppelte Schwellenabstand (ca. 16 mm) darf nicht überschritten werden.
Höhenlage: Zwischen 1,8 unter SO und 0,6 über SO.
Seitliche Abweichung:
- im Normalgleis: In der Regel +/- 0.
  Einzelne Punktkontakte können bis ca. 2,2 mm außerhalb der Mitte liegen.
- in Weichen: Die seitliche Abweichung ist durch die Weichengeometrie bedingt.
  Sie darf jedoch ebenfalls ± 2,2 mm nicht überschreiten.

3.2 Stromabnahme

Die Stromabnahme vom Mittelleiter erfolgt über Schleifschuhe mit folgenden Abmessungen:

Nutzbare Länge:	- bei 1 Schleifer:	Minimum	44,0	Maximum	56,0
	- bei 2 Schleifern:	je Schleifer	36,0		
Breite:			5,0		

1. Allgemeines

Kupplungen dienen zum Verbinden von Fahrzeugen. Jeweils zwei zusammen wirkende Kupplungen bilden ein Kupplungspaar. Beide Glieder sind in der Regel gleich ausgebildet. Bei ungleichartigen Gliedern kommt das Kuppeln nur bei richtiger Paarung zustande.

Die Nachbildung der Schraubenkupplung des europäischen Vorbildes ist für den Modellbahnbetrieb schlecht geeignet, da sie nur Zugkräfte überträgt und nur von Hand eingehängt und gelöst werden kann.

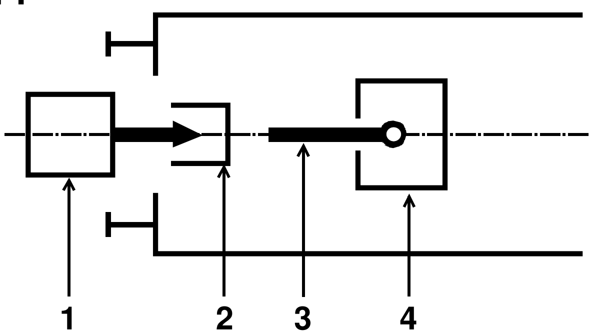
Bei Modellbahnen werden meistens Kupplungen verwendet, die Zug- und Druckkräfte übertragen.

Das **Kuppeln** erfolgt in der Regel automatisch durch Zusammenschieben der Fahrzeuge.

Entkuppelt wird von Hand oder durch an bestimmten Stellen des Gleises angebrachte Entkupplungsvorrichtungen. Falls entsprechende mechanische oder elektromagnetische Einrichtungen im Fahrzeug vorhanden sind, ist auch ein Entkuppeln an jeder beliebigen Stelle der Anlage möglich.

Die Kupplungen können mit Zusatzeinrichtungen versehen sein, die ein Entkuppeln durch die Entkupplungsvorrichtung nur vorbereiten. Die Fahrzeuge werden erst durch Ändern der Fahrtrichtung oder durch Abstoßen getrennt. Solche Kupplungen werden als „Kupplungen mit **Vorentkupplung**“ bezeichnet.

2. Funktionsgruppen



1 Kupplungskopf mit Ansatz
2 Kupplungsaufnahme
3 Kupplungsschaft
4 Kupplungshalterung

Die dargestellten Funktionsgruppen 1 bis 3 können in der schematisch dargestellten Form in festen Gruppen oder mit einer höhen- bzw. längenverstellbaren Einrichtung ausgeführt sein.

Wird der Kupplungsschaft durch eine kinematische Führung gesteuert, z.B. nach NEM 352, ist **Kurzkuppeln** möglich. Kurzkupplungen lassen ein Fahren mit Pufferberührung im geraden Gleis zu. Sie bewirken, dass sich beim Einlaufen in Gleisbogen die Stirnflächen der Fahrzeuge entfernen. Für die Kurzkupplung eignen sich nur Kupplungsformen, die im gekuppelten Zustand eine gegen Ausknicken steife Verbindung bilden.

3. Bezeichnung der Kupplungsarten

Die Kupplungen werden nach dem beweglichen Glied bzw. nach der Bewegungsart des Kupplungskopfes bezeichnet.

3.1 Bügelkupplungen

Bügelkupplungen haben einen beweglichen Bügel und einen festen Haken. Der in der Regel nach oben klappbare Bügel fällt in den Haken der Gegenkupplung. Besitzen beide Kupplungen Bügel, so gleiten diese übereinander.

Bügelkupplungen können auch so ausgeführt sein, dass die Haken über die Bügelvorderkante hinausragen und beim Kuppeln aneinander vorbeigehen. Die Bügel liegen bei diesen Varianten im gekuppelten Zustand nicht übereinander.

3.2 Hakenkupplungen

Hakenkupplungen haben einen beweglichen Haken und einen festen Bügel. Der in der Regel nach oben klappbare Haken fällt in den Bügel der Gegenkupplung. Besitzen beide Kupplungen Haken, so gleiten diese seitlich aneinander vorbei.

Hakenkupplungen können auch Bügel besitzen, die über die Haken hinausragen; diese gleiten beim Kuppeln übereinander.

3.3 Klauenkupplungen

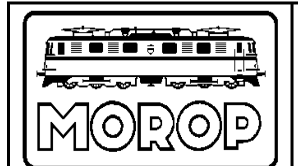
Klauenkupplungen werden entweder mit feststehenden oder mit beweglichen Klauen ausgeführt, die beim Zusammenschieben der Fahrzeuge mit dem Gegenstück kuppeln. Beim automatischen Entkuppeln durch eine entsprechende Vorrichtung im Gleis werden die Klauen entweder angehoben oder gespreizt.

3.4 Klappkupplungen

Klappkupplungen sind Kupplungen, bei denen der Kopf oder der Kopf und der Schaft nach oben ausweichen können. Beim Gegeneinanderschieben der Fahrzeuge gleitet ein Kupplungskopf über den anderen, fällt hinter dem anderen Kopf ein und bildet dadurch eine zug- und druckfeste Verbindung.

3.5 Sonstige Kupplungen

Hierunter fallen alle Kupplungen, die sich nicht unter 3.1. bis 3.4. einordnen lassen.



Normen Europäischer Modellbahnen

Führungen für Kurzkupplungen

NEM **352**

1 Seite

Empfehlung **Ausgabe 1986** (20052009)

1. Allgemeines

Die Anwendung vom Vorbild abweichender kleiner Bogenradien bei Modellbahngleisen lässt einen Betrieb mit Pufferberührung nicht zu. Mit Hilfe einer als **Kurzkupplung** für Modelleisenbahnen bezeichneten Einrichtung wird ein vorbildähnlicher Fahrzeugabstand erzielt.

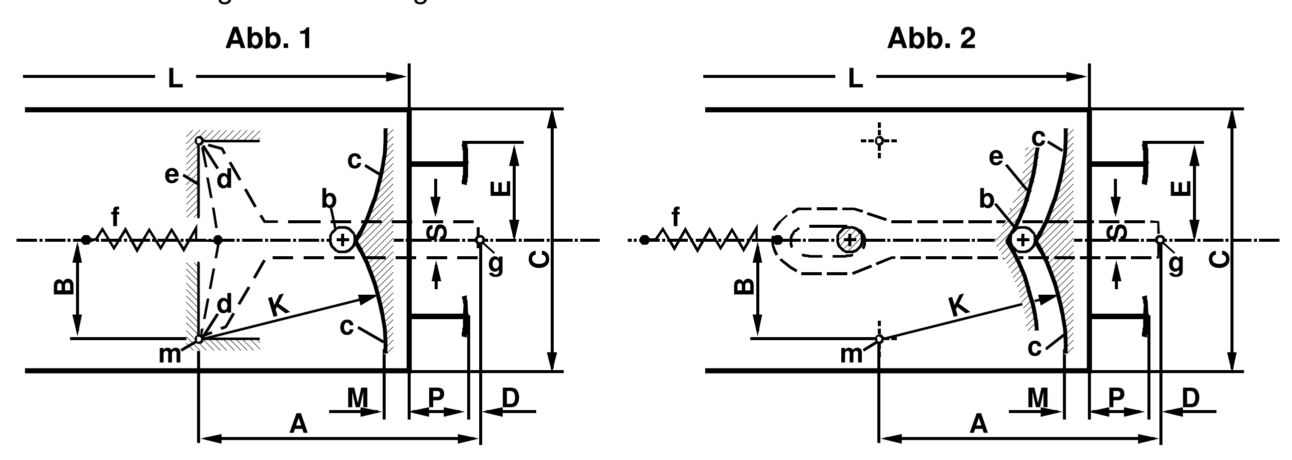
Die Kurzkupplung verbindet zwei Fahrzeuge derart, dass sich die am weitesten vorstehenden Fahrzeugteile (z. B. Puffer) im geraden Gleis nahezu berühren, im Gleisbogen jedoch der erforderliche Abstand zwangsläufig herbeigeführt wird. Diese Wirkung wird erzielt, indem die verhältnismäßig steif und längsspielfrei verbundenen Kupplungsschäfte in entsprechend geformten Führungen bewegt werden.

Der Kupplungsschaft muss zur Erzielung des Kurzkupplungs-Effektes einen Kupplungskopf tragen, der die vorgenannten Bedingungen erfüllt. Für die Nenngröße H0 soll er mit der Kupplungsaufnahme nach NEM 362 ausgestattet sein.

2. Ausführung

Die Abbildungen 1 und 2 zeigen zwei mögliche Ausführungsformen.

Die Übertragung der Zugkräfte erfolgt bei beiden Ausführungen durch den am Kupplungsschaft befestigten Stift ***b*** und den Kulissenrand ***c***. Die Druckkräfte werden bei der Ausführung nach Abb. 1 (T-förmiger Schaft) von einem der beiden Anschläge ***d*** auf die Druckfläche ***e*** übertragen. Bei der Ausführung nach Abb.2 stützt sich der Stift ***b*** am inneren Kulissenrand ***e*** ab. Die Feder ***f*** dient nur zur Rückstellung in die Mittellage.



Abmessungen:

A_{max} = (C – S) • R / L, jedoch < L / 3

B ≥ E

D = 0,15 ... 0,3 mm im gestauchten Zustand

K = A – (D + P + M)

Definitionen:

A = Abstand des Mittelpunktes ***m*** der Kulissenführung (sowie der Abstützpunkte ***d*** nach Abb. 1) vom Symmetriepunkt ***g*** der Kupplungsköpfe

B = Abstand des Mittelpunktes ***m*** der Kulissenführung von der Fahrzeuglängsachse

C = Breite der Fahrzeugstirnseite

D = Überstand des Symmetriepunktes ***g*** über die feste stirnseitige Fahrzeugbegrenzung (z. B. Puffer, Gummiwulste)

E = Abstand der stirnseitigen Fahrzeugbegrenzung (Pufferaußenkanten) von der Fahrzeuglängsachse

K = Radius der die Zugkräfte aufnehmenden Führungsfläche ***c*** (Kulisse)

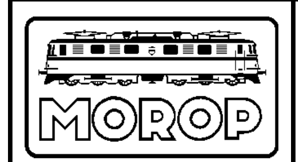
L = Fahrzeuglänge über Pufferbohlen

M = Technisch mögliche geringste Materialstärke zwischen Außenfläche (Pufferbohle) und Führungsfläche

P = Pufferlänge

R = Kleinster zulässiger Bogenradius

S = Breite des Kupplungsschaftes



Normen Europäischer Modellbahnen

Aufnahme für austauschbare Kupplungsköpfe in Nenngröße N

NEM 355
1 Seite

Empfehlung | **Maße in mm** | **Ausgabe 1994** (21012008)

1. Zweck

Die Kupplungsaufnahme gestattet die Anbringung von austauschbaren Kupplungsköpfen, sofern sie einen Ansatz nach NEM 357 besitzen.

2. Funktionsweise

Ein innerhalb des Aufnahmeschachtes vorgesehener Drehpunkt gestattet das Anheben des Kupplungskopfes. Die Seitenbeweglichkeit wird durch entsprechende Führung des Kupplungsschaftes gewährleistet.

Bei kinematischer Führung des Kupplungsschaftes nach NEM 352 und Verwendung spezieller Kurzkupplungsköpfe ist ein Puffer-an-Puffer-Fahren möglich. Die Kupplungsaufnahme ist in diesem Fall nach Abb. 1 auszuführen.

3. Ausführung

Abb. 1: Aufnahme an schwenkbarem Kupplungsschaft

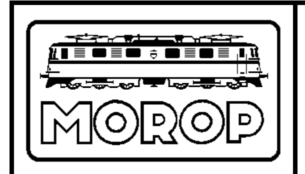
Anmerkung 1)
Dieses Maß ist nur verbindlich, wenn der Kupplungsschaft durch eine Kurzkupplungskinematik gesteuert wird.

Anmerkung 2)
Das Maß ***x*** ist abhängig von der Gesamtgeometrie der Fahrzeugs (Richtwert 5 mm)

Abb. 2: Aufnahme an einer Drehgestell-Kupplungshalterung

4. Rechtsvorbehalt

Bei Verwendung dieser Norm sind bestehende Schutzrechte zu beachten.



Normen Europäischer Modellbahnen

Kurzkupplungskopf für Nenngröße N

NEM 356

1 Seite

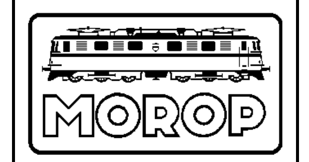
Verbindliche Norm **Maße in mm** **Ausgabe 1994** (21012008)
(ersetzt Ausgabe 1978)

1. Beschreibung

Der Kupplungskopf ist mindestens nach oben und beiden Seiten beweglich gelagert und wird federnd in seiner Mittellage gehalten. Die Kupplungsköpfe an beiden Fahrzeugenden sind gleich. In gekuppeltem Zustand entsteht eine knicksteife Verbindung.

2. Funktionsmerkmale

- Selbsttätiges Kuppeln beim Zusammenschieben der Fahrzeuge.
- Entkuppeln zweier Fahrzeuge durch Anheben eines der beiden Kupplungsköpfe, wobei dessen Entkupplungszapfen mittels einer außerhalb der Gleismittelachse angebrachten Vorrichtung angehoben wird.
- Möglichkeit des Heraushebens einzelner Fahrzeuge aus dem Zugverband.



Normen Europäischer Modellbahnen

Ansatz am Kupplungskopf für Nenngröße N

NEM 357

1 Seite

Empfehlung **Maße in mm** **Ausgabe 1994** (20052009)

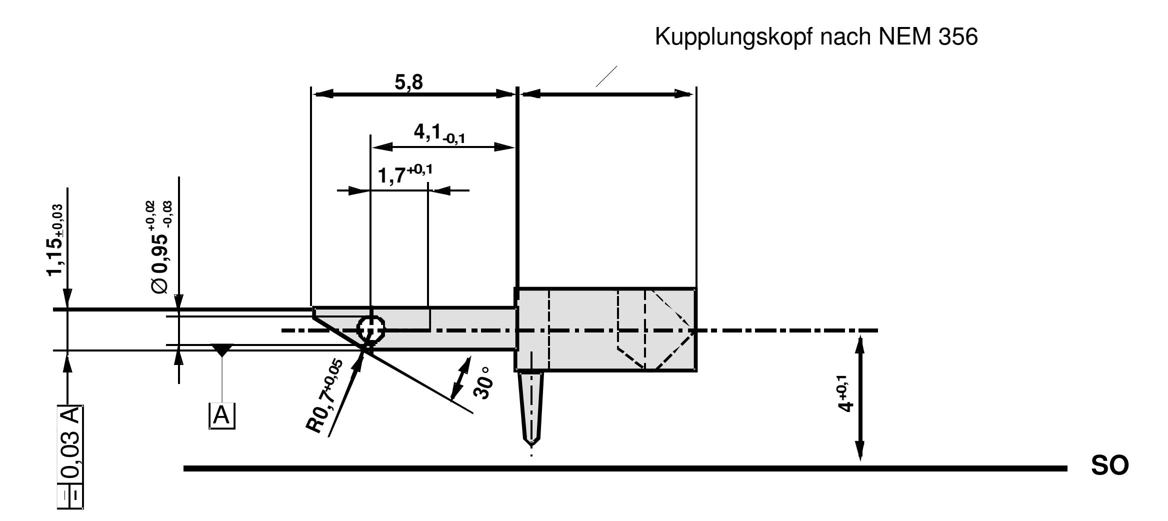
1. Zweck

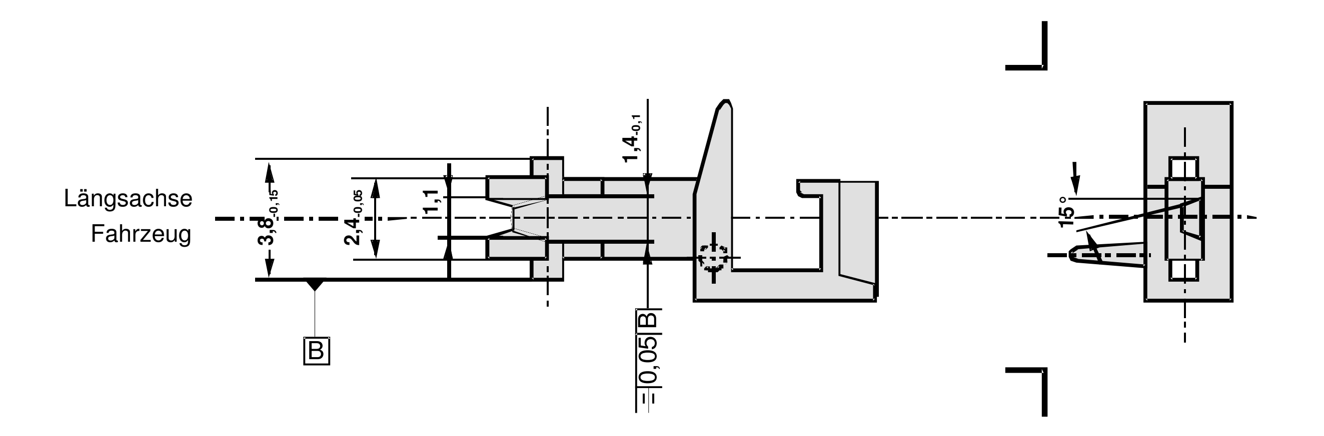
Diese Norm beschreibt den zur Kupplungsaufnahme nach NEM 355 gehörigen Kupplungsansatz. Als Kupplungskopf kann sowohl der Kupplungskopf nach NEM 356 als auch ein beliebig anderer verwendet werden. Die Abbildung zeigt als Ausführungsbeispiel den Kupplungskopf nach NEM 356.

2. Funktionsweise

Der Ansatz des Kupplungskopfes wird in die Aufnahme nach NEM 355 eingeklipst. Die Beweglichkeit des Kupplungskopfes nach oben ist über den Drehpunkt der seitlichen Zapfen am Ansatz gegeben.

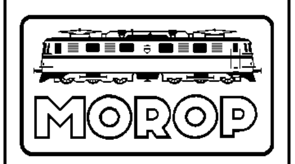
3. Ausführung





4. Rechtsvorbehalt

Bei Verwendung dieser Norm sind bestehende Schutzrechte zu beachten.



Normen Europäischer Modellbahnen

Aufnahme für austauschbare Kupplungsköpfe in Nenngröße TT

NEM 358

1 Seite

Empfehlung **Maße in mm** **Ausgabe 1997** (30092008)

1. Zweck

Die Kupplungsaufnahme gestattet die Anbringung von austauschbaren Kupplungsköpfen, sofern sie einen Ansatz nach NEM 357 besitzen.

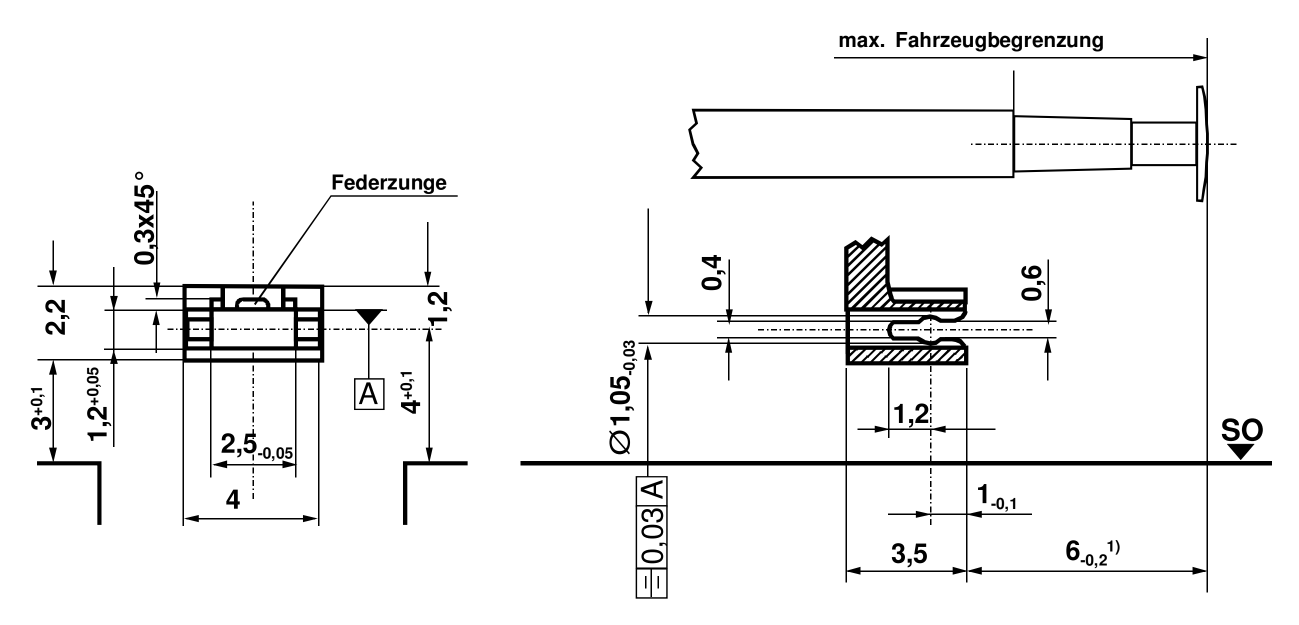
Die Kupplungsaufnahme ist identisch mit derjenigen für die Nenngröße N nach NEM 355.

2. Funktionsweise

Ein innerhalb des Aufnahmeschachtes vorgesehener Drehpunkt gestattet das Anheben des Kupplungskopfes. Die Seitenbeweglichkeit wird durch entsprechende Führung des Kupplungsschaftes gewährleistet.

Die Kupplungsaufnahme gestattet die Verwendung von Kupplungsköpfen für Nenngröße N nach NEM 356 in Verbindung mit NEM 357.

Bei kinematischer Führung des Kupplungsschaftes nach NEM 352 und Verwendung spezieller Kurzkupplungsköpfe ist ein Puffer-an-Puffer-Fahren möglich.



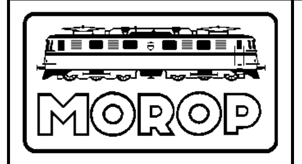
3. Ausführung

Anmerkung

1) Dieses Maß ist nur verbindlich, wenn der Kupplungsschaft durch eine Kurzkupplungskinematik gesteuert wird.

4. Rechtsvorbehalt

Bei Verwendung dieser Norm sind bestehende Schutzrechte zu beachten.



Normen Europäischer Modellbahnen

Kupplungskopf für Nenngröße TT

NEM 359

1 Seite

Empfehlung | **Maße in mm** | **Ausgabe 2007**

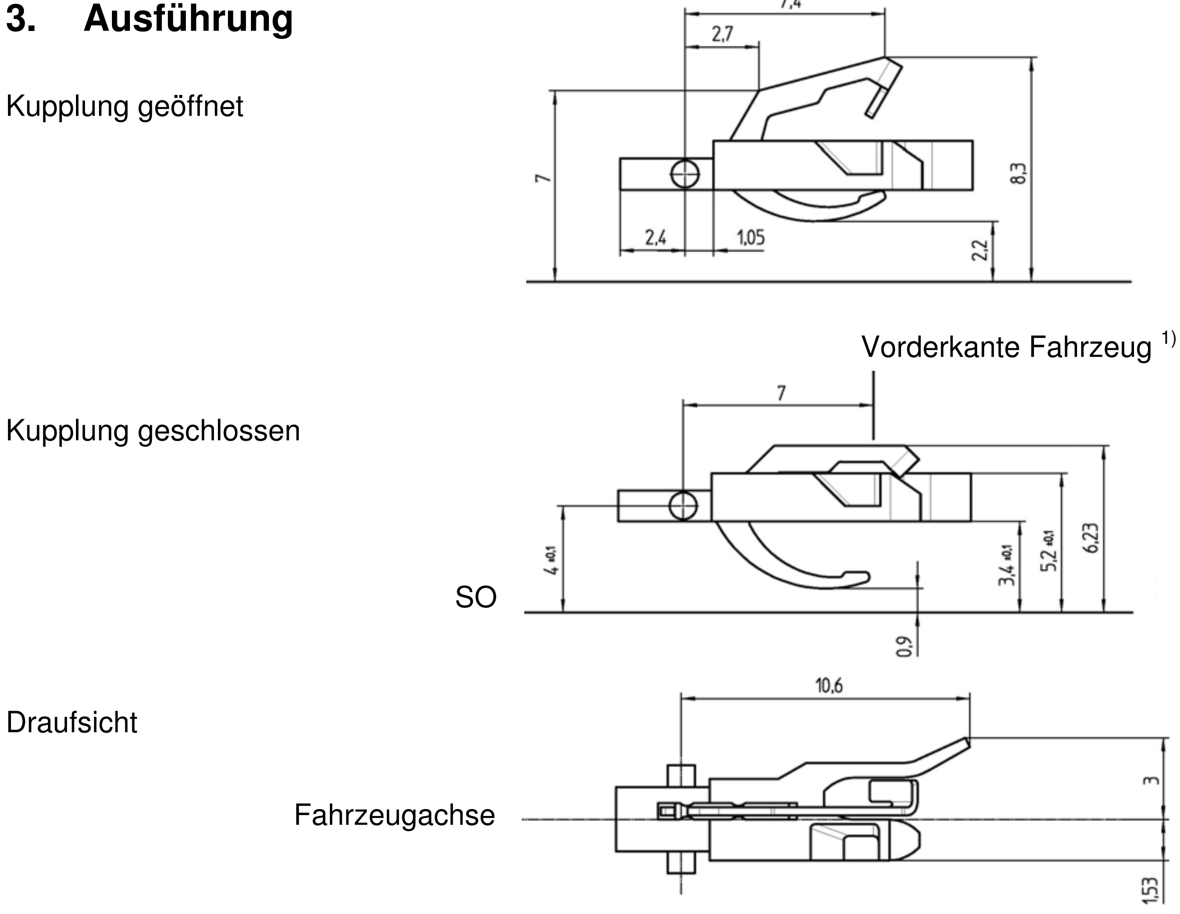
1. Beschreibung

Der Kupplungskopf besteht aus einem klauenartigen Grundkörper und einem nach oben beweglichen Haken. Der Kupplungskopf soll in eine Aufnahme nach NEM 358 gesteckt werden. Die Kupplungsköpfe an beiden Fahrzeugenden sind gleich. In gekuppeltem Zustand entsteht eine knicksteife Verbindung.

2. Funktionsmerkmale

- Selbsttätiges Kuppeln beim Zusammenschieben der Fahrzeuge
- Bei kinematischer Führung der Kurzkupplungen nach NEM 352 ist ein Puffer-an-Puffer-Fahren möglich.
- Entkuppeln zweier Fahrzeuge durch Anheben der beiden Kupplungshaken, wobei deren Entkupplungsbügel mittels einer nahe der Gleismittelachse angebrachten Vorrichtung zugleich angehoben werden
- Ein Vorentkuppeln und ein Heraushebens einzelner Fahrzeuge aus dem Zugverband ist nicht möglich.

3. Ausführung



4. Rechtsvorbehalt

Bei Verwendung dieser Norm sind bestehende Schutzrechte zu beachten.

[1]) Dieses Maß ist nur verbindlich, wenn der Kupplungsschaft durch eine Kurzkupplungskinematik gesteuert wird.



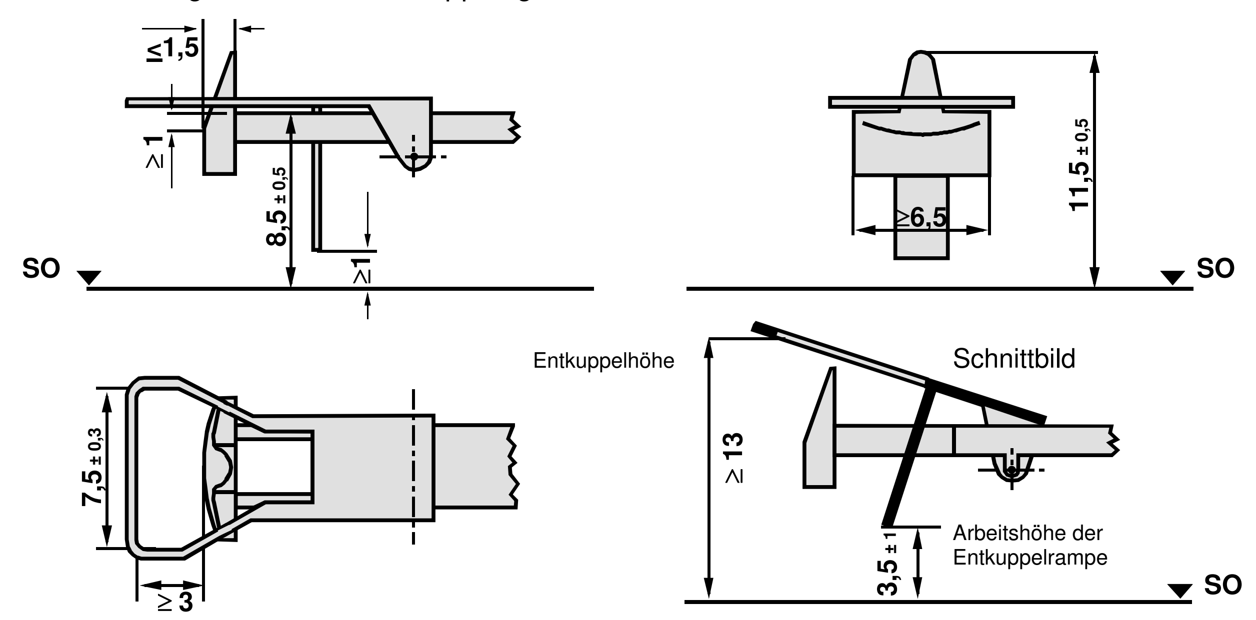
Normen Europäischer Modellbahnen

Standardkupplung für Nenngröße H0

NEM 360
1 Seite

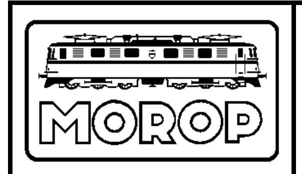
Verbindliche Norm — **Maße in mm** — **Ausgabe 1994** (16112011)
(ersetzt Ausgabe 1979)

1. Die Standardkupplung nach dieser Norm ist eine Bügelkupplung. Die Standardkupplung ist entweder direkt mit ihrem Schaft am Fahrzeug um eine senkrechte Achse schwenkbar angeordnet oder mit dem Ansatz ihres Kupplungskopfes in eine Kupplungsaufnahme nach NEM 362 gesteckt. In der Regel wird die Kupplung durch eine Federung in Mittelstellung gehalten.
2. Standardkupplungen kuppeln beim Zusammenschieben zweier Fahrzeuge automatisch ein. Zum Entkuppeln besitzt der Bügel einen nach unten gerichteten Hebel, der durch eine in Gleismitte befindliche ortsfeste anhebbare Entkuppelrampe hochgedrückt wird und das Anheben der Bügelvorderkante bewirkt.
3. Abmessungen der Standardkupplung:



Die Bügelvorderkante soll zur Erleichterung des Kuppelns nach oben abgeschrägt werden.

4. Triebfahrzeuge können vereinfachte bügellose Ausführungen der Standardkupplung besitzen, die jedoch untereinander nicht kuppelbar sind.
5. Standardkupplungen können mit Zusatzeinrichtungen ausgestattet sein, die ein Vorentkuppeln beim Schieben mittels der unter 2. genannten ortsfesten Entkuppelrampe ermöglichen.
6. Fahrzeuge mit Kupplungen, die nicht mit Standardkupplungen kuppelbar sind, sollen mit Standardkupplungen ausgestattet werden können. Vorzugsweise ist dabei eine Kupplungsaufnahme nach NEM 362 vorzusehen.



Normen Europäischer Modellbahnen

Aufnahme für austauschbare Kupplungsköpfe

NEM 362

1 Seite

Verbindliche Norm | **Maße in mm** | **Ausgabe 2004**

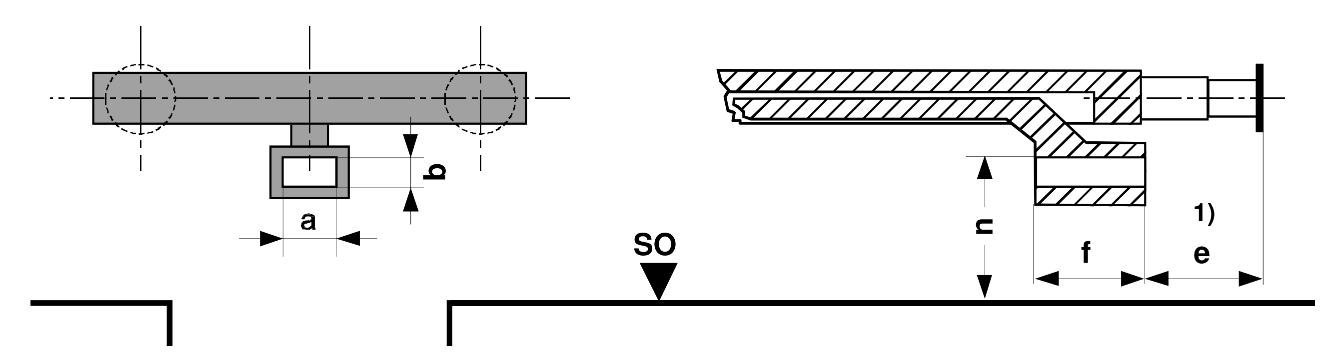
(ersetzt Ausgabe 1997 und Ausgabe 1998 von NEM 364)

1. Zweck

Die Kupplungsaufnahme gestattet die Anbringung von austauschbaren Kupplungsköpfen, sofern sie einen entsprechend geformten Ansatz besitzen.

2. Ausführung

Die Kupplungsaufnahme ist wie nachstehend, entweder mit einer Kinematik oder über einen Drehpunkt befestigt, auszuführen:



Anmerkung 1): Dieses Maß ist nur verbindlich, wenn der Kupplungsschaft durch eine Kurzkupplungskinematik gesteuert wird. Für andere Befestigungsarten ist ein entsprechender Abstand für eine einwandfreie Funktion mit anderen Fahrzeugen zu berücksichtigen.

Falls Bauteile an Modellbahn-Fahrzeugen vor der Pufferebene liegen, zum Beispiel Gummiwulste, so ist die Lage der Vorderfläche der Aufnahme auf diese Bauteile zu beziehen.

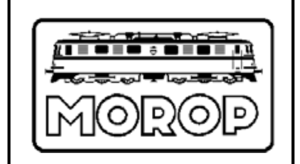
3. Kupplungsköpfe

Die Kupplungsköpfe besitzen in der Regel einen schwalbenschwanzförmigen elastischen Ansatz, dessen Nocken hinter die inneren Kanten der Aufnahme greifen. Bei größer auftretenden Zugkräften (Nenngröße S, 0) ist eine Fixierung des elastischen Ansatzes vorzusehen.

Die Kupplungsaufnahmen der Nenngrößen H0 und S sind identisch und gestatten daher die Verwendung der für H0 gebräuchlichen Kupplungsköpfe.

4. Maßtabelle

Maß	**a**	**b**	**e**	**f**	**n**
Nenngröße H0	$3{,}2^{-0{,}1}$	$1{,}75^{-0{,}05}$	$7{,}5^{-0{,}5}$	$7{,}1^{-0{,}1}$	$8{,}5^{\pm 0{,}2}$
Nenngröße S	$3{,}2^{-0{,}1}$	$1{,}75^{-0{,}05}$	$7{,}5^{-0{,}5}$	$7{,}1^{-0{,}1}$	$8{,}5^{\pm 0{,}2}$
Nenngröße 0	$4{,}0^{-0{,}2}$	$2{,}00^{-0{,}05}$	$14{,}5^{-1{,}0}$	$8{,}6^{-0{,}2}$	$14{,}0^{\pm 0{,}4}$



Normen Europäischer Modellbahnen

Aufnahme für austauschbare Kupplungsköpfe in Nenngröße H0 bei beengten Einbauverhältnissen

NEM 363

1 Seite

Verbindliche Norm **Maße in mm** **Ausgabe 2010**
(ersetzt Ausgabe 2000)

1. Zweck

Die Kupplungsaufnahme gestattet die Anbringung von austauschbaren Kupplungsköpfen, sofern sie einen entsprechend geformten Ansatz besitzen.

Die Kupplungsaufnahme nach NEM 363 ist nur anzuwenden, wenn beengte Einbauverhältnisse die Kupplungsaufnahme nach NEM 362 ausschließen.

2. Ausführung

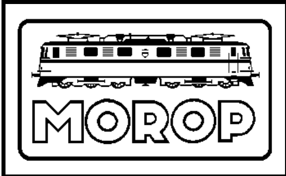
Die Kupplungsaufnahme ist wie nachstehend dargestellt auszuführen:

65° 0/+0,5
2,0 -0,05
R 0,15
R 0,1
1,3 -0,05
SO
8,5 min
5,5 max
7,5 -0,5 1)

Anmerkung:
1) Dieses Maß ist nur verbindlich, wenn der Kupplungsschaft durch eine Kurzkupplungskinematik gesteuert wird.

Falls Bauteile an Modellbahnfahrzeugen vor der Pufferebene liegen, zum Beispiel Gummiwulste, so ist die Lage der Vorderfläche der Aufnahme auf diese Bauteile zu beziehen.

Der Kupplungskopf besitzt einen schwalbenschwanzförmigen Ansatz, der von oben oder unten in die gleich geformte Führung der Aufnahme eingesteckt wird. Durch die Elastizität der Aufnahme bleibt der Kupplungskopf fest, aber noch höhenverstellbar.



Normen Europäischer Modellbahnen

Aufnahme für austauschbare Kupplungsköpfe in Nenngröße S

NEM 364

1 Seite

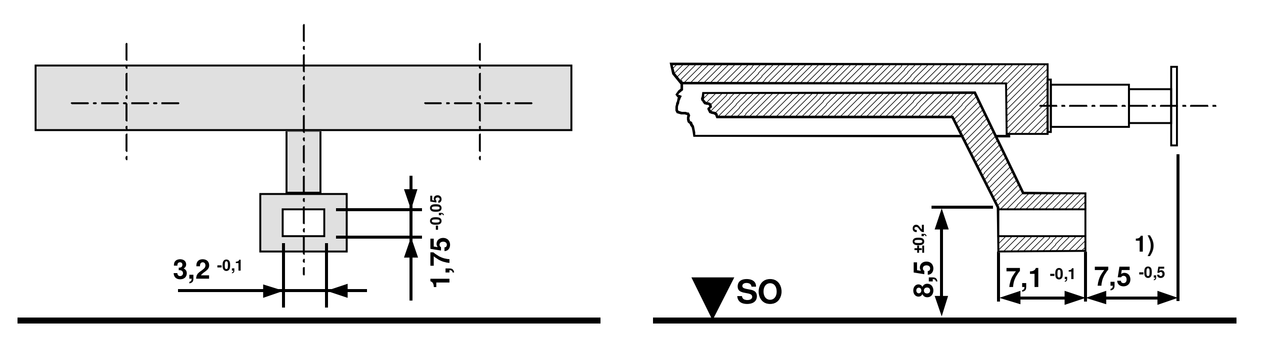
Verbindliche Norm | **Maße in mm** | **Ausgabe 1999**

1. Zweck

Die Kupplungsaufnahme gestattet die Anbringung von austauschbaren Kupplungsköpfen, sofern sie einen entsprechend geformten Ansatz besitzen.

2. Ausführung

Die Kupplungsaufnahme ist wie nachstehend dargestellt auszuführen:



Anmerkung:
1) Dieses Maß ist nur verbindlich, wenn der Kupplungsschaft durch eine Kurzkupplungskinematik gesteuert wird.

Falls Bauteile an Modellbahnfahrzeugen vor der Pufferebene liegen, zum Beispiel Gummiwulste, so ist die Lage der Vorderfläche der Aufnahme auf diese Bauteile zu beziehen.

3. Kupplungsköpfe

Die Kupplungsköpfe besitzen in der Regel einen schwalbenschwanzförmigen, elastischen Ansatz, dessen Nocken hinter die inneren Kanten der Aufnahme greifen.

Die Kupplungsaufnahme ist identisch mit derjenigen für die Nenngröße H0 nach NEM 362 und gestattet die Verwendung der für H0 gebräuchlichen Kupplungsköpfe.

1. Beschreibung

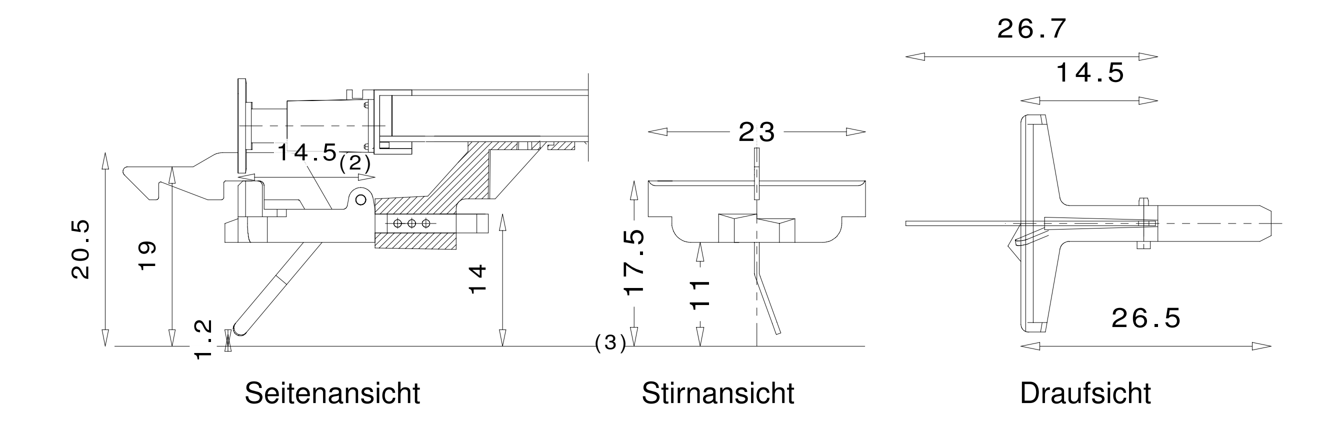
Der Kupplungskopf besteht aus einer Prallplatte und einem Haken. Die Prallplatte ist seitlich, der Haken nach oben beweglich gelagert. Der Kupplungskopf hat einen Schaft mit solchen Abmessungen, dass er in eine Aufnahme nach NEM 362 passt. Er ist in Längsrichtung verstellbar und arretierbar. Die Kupplungsköpfe an beiden Fahrzeugenden sind gleich. In gekuppeltem Zustand entsteht eine knicksteife und verdrehsteife Verbindung. [1)]

2. Funktionsmerkmale

- Selbstständiges Kuppeln beim Zusammenschieben der Fahrzeuge
- Ein Vorkuppeln ist wegen der zweiten Kerbe im Haken auch im Gleisbogen möglich.
- Wird die Kupplungsaufnahme durch eine Führung für Kurzkupplungen nach NEM 352 bewegt, ist auch in kleinen Radien das Puffer-an-Puffer-Fahren möglich.
- Das Entkuppeln zweier Fahrzeuge geschieht durch Anheben der beiden nach unten hängenden Entkupplungshebel durch eine Vorrichtung in Gleismitte oder durch eine Einrichtung im Fahrzeug mit gleicher Wirkung.
- Ein Vorentkuppeln und ein Herausheben einzelner Fahrzeuge aus dem Zugverband sind nicht möglich.
- Beim Zahnstangenbetrieb ist die geringe Höhe der Entkupplungshebel über SO zu beachten.

3. Ausführung

3.1 Kupplungskopf

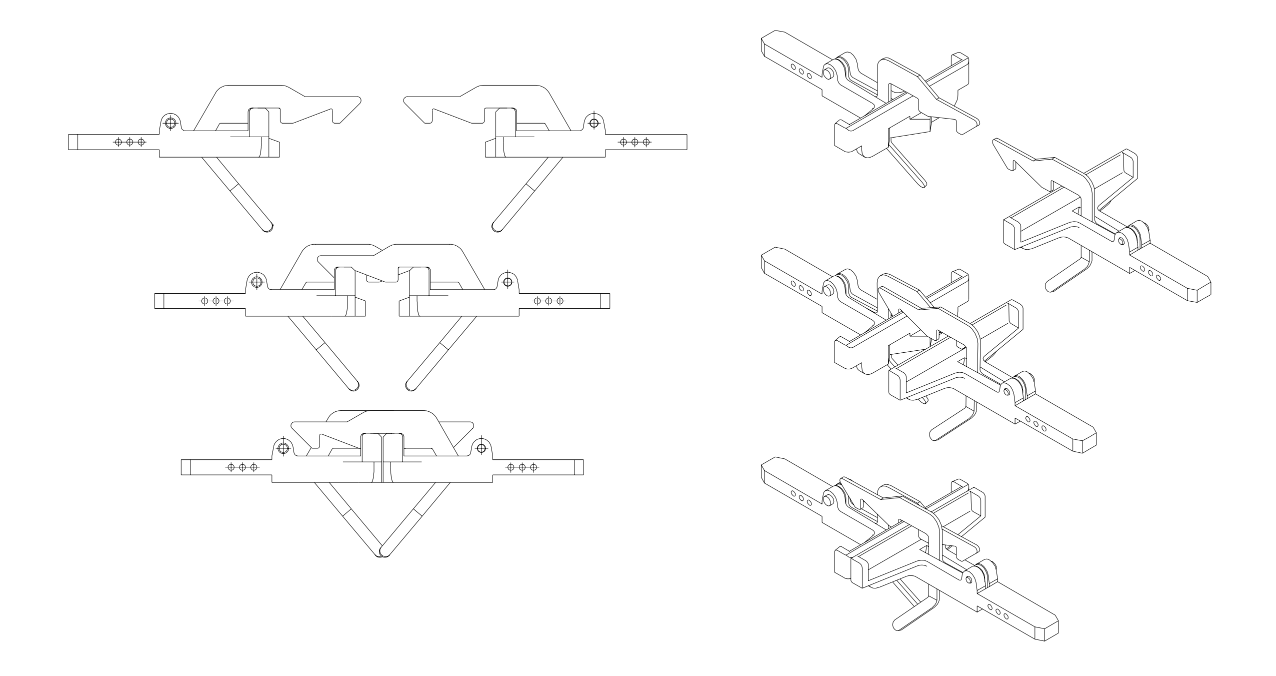


1) Der Kupplungskopf ist eine Entwicklung der Firma Lenz Elektronik GmbH Gießen (D)

2) Dieses Maß ist nur verbindlich, wenn der Kupplungsschaft durch eine Kurzkupplungskinematik gesteuert wird

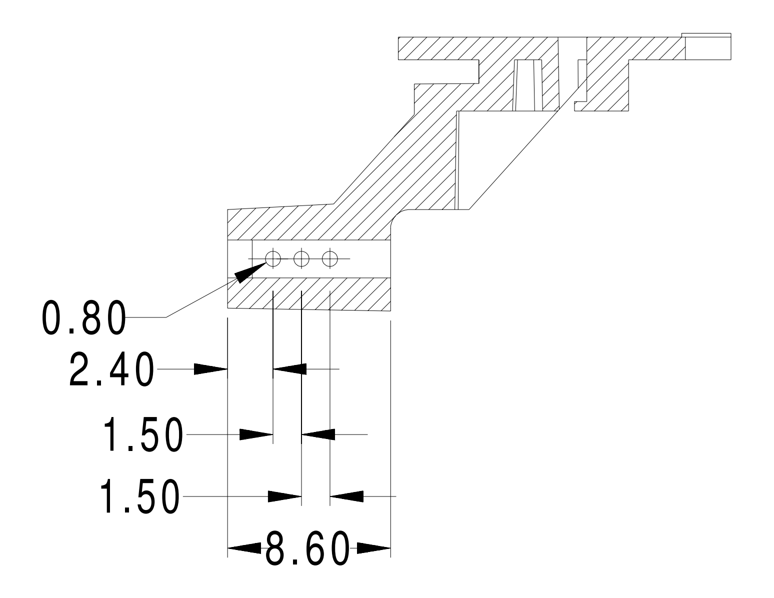
3) Schienenoberkante (SO)

3.2 Kupplungsvorgang



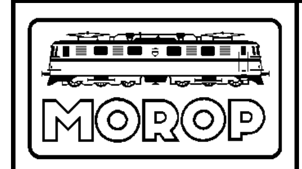
Ansichten: getrennt, vorgekuppelt, steif gekuppelt

3.3 Besonderheiten der Kupplungsaufnahme



Seitenansicht Schacht mit Bohrungen

Die Einstellung und Arretierung erfolgt durch einen Stift 0,8 x 6,0. Damit sind 3 verschiedene Längeneinstellungen möglich.



Normen Europäischer Modellbahnen

Zughakenschaft-Öffnung für vorbildgetreue Schrauben-Kupplung

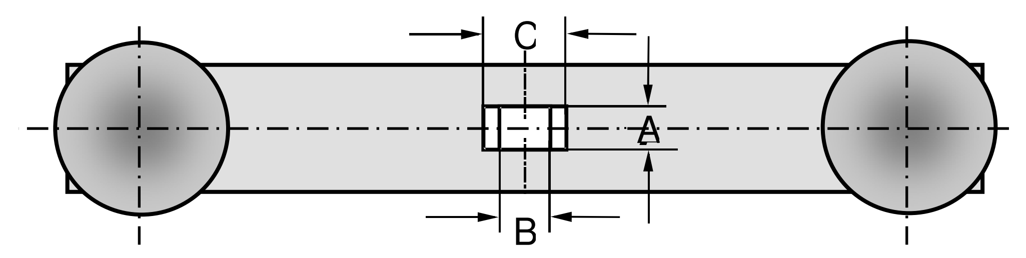
NEM
370
1 Seite

Verbindliche Norm | Maße in mm | Ausgabe 2000

1. Zweck

Diese Norm legt die Maße der Zughakenöffnung an Modellfahrzeugen für vorbildgerechte Schraubenkupplungen fest.

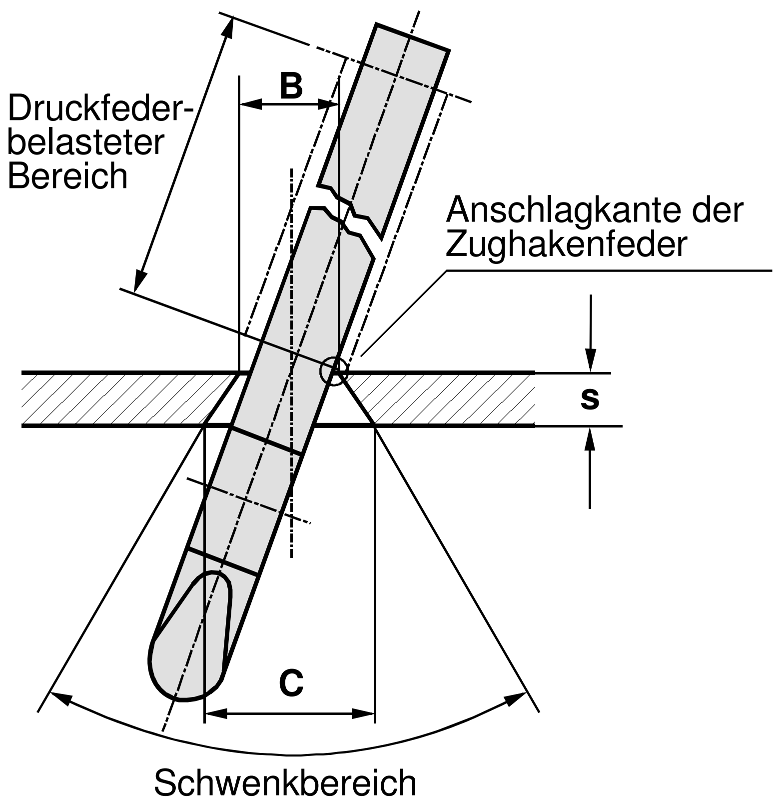
2. Lage und Größe der Führung

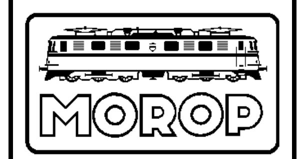


Nenngröße	A	B	C
H0	1,1	1,2	C = B + s (s = Dicke der Pufferbohle)
S	1,65	1,8	
0	2,2	2,4	
I	3,3	3,6	
II	4,4	4,8	

Die in der Tabelle angegebenen Maße erlauben dem Zughakenschaft einen Schwenkbereich von ca. 60°.

Pufferhöhe und –abstand siehe NEM 303.





Normen Europäischer Modellbahnen

Befestigungselemente für Container und Wechselaufbauten

NEM
380
1 Seite

Empfehlung **Maße in mm, [’] = foot, Fuß** **Ausgabe 2000**
(ersetzt Ausgabe 1975)

1. Zweck

Diese Norm gilt als Richtlinie für die einheitliche Gestaltung der Befestigungselemente von Containern, Wechselaufbauten und Tragwagen.

Die Art der Befestigung weicht aus Gründen der praktischen Anwendung vom Vorbild ab.

2. Grundlagen

2.1 Man unterscheidet
   a) Trans-Container für den Übersee-Verkehr (ISO-Ct),
   b) Binnen-Container für den europäischen Binnenverkehr (Binnen-Ct),
   c) Wechselaufbauten (WA).

2.2 Abmessungen von Ct und WA sind nicht Gegenstand dieser Norm; sie orientieren sich am Vorbild. Binnen-Ct haben eine geringfügig größere Breite und Höhe als ISO-Ct, jedoch sind die Rastermaße der Befestigungselemente identisch.

Die Befestigungsbeschläge der WA entsprechen den Ct-Rastermaßen.

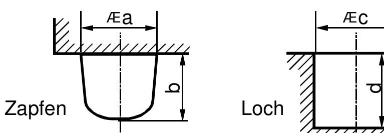
3. Modell-Ausführung

3.1 Abweichend vom Vorbild werden die Zapfen an allen 4 Ecken der Unterseite der Ct und WA und die Aufnahmen (Löcher) am Tragwagen bzw. Straßentransporter angeordnet.

Zur Stapelbarkeit sind die Aufnahmen auch auf der Ct-Oberseite anzubringen.

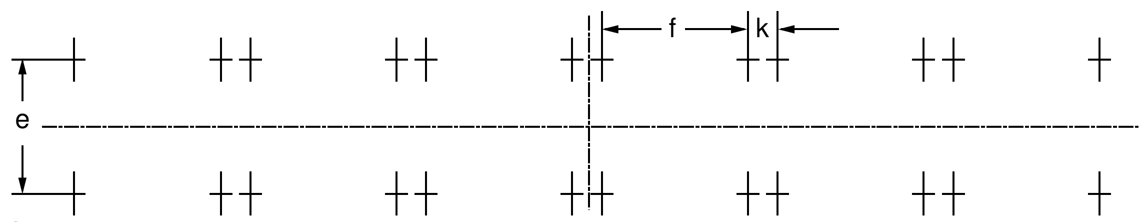
Anmerkung: Ab Nenngröße 0 ist auch eine vorbildgerechte Befestigungsart darstellbar

3.2 Befestigungselemente (Maße siehe Tabelle)



3.3 Rastermaße
(60’-Raster, Maße siehe Tabelle)

Die Lage des Rasters orientiert sich am jeweiligen Vorbildtragwagen



3.4 Containerlänge

Die maximale Containerlänge ergibt sich aus: $\mathbf{L_{max} = (f + k) \quad n}$ (n = Vielfaches von 10’)

Tabelle

Nenngröße	Zapfen		Loch		Quermaß	10’-Zapfen- und Lochabstand	Zwischenmaß
	a max.	**b** max.	**c** min.	**d** min.	**e**	**f**	**k**
Z	0,5	0.6	0,6	0,6	10,3	12,7	1,2
N	0,6	0,7	0,7	0,7	14,1	17,4	1,8
TT	0,7	0,8	0,8	0,8	18,8	23,2	2,4
H0	0,8	1,0	1,0	1,0	26,0	32,0	3,3
S	1,0	1,2	1,2	1,2	35,3	43,6	4,3
0	1,2	1,5	1,5	1,5	50,2	62,0	6,1
I	1,6	2,0	2,0	2,0	70,6	87,1	8,7
II	2,4	3,0	3,0	3,0	100,4	123,9	12,3

Zweck der Norm

Diese Norm soll dem Nutzer die wichtigen Begriffe der Modellbahnsteuerungen [1)] und ihre Systematik vermitteln, um das Verständnis und die Verständigung darüber zu fördern.

Allgemeiner Hinweis:

In dieser Norm nicht definierte Begriffe oder ausführlichere Erläuterungen entsprechen einschlägigen DIN-Normen (DIN 19 226, 40 146, 44 300 etc).

1. Modellbahn-Steuerung

Eine **Modellbahnsteuerung** ist eine Steuerung, die im komplexen Prozess einer Modellbahn **(Modellbahn-Prozess) eine oder mehrere modellbahntypische Funktionen (Modellbahn-Funktion)** aufgaben- bzw. programmgemäß beeinflusst. Eine **Modellbahnsteuerung** kann mehrere gleiche und/oder verschiedene **Modellbahn-Funktionen** steuern.

Eine **Modellbahnsteuerung** ist eine **Programmsteuerung**, genauer eine **zeitgeführte Ablaufsteuerung.**

Modellbahnsteuerungen arbeiten **handbetätigt** und/oder **automatisch**.

Modellbahnsteuerungen bestehen aus sinnvollen Anordnungen von Baugliedern, zwischen denen ein **uni- und/oder bidirektionaler Informationsaustausch** in Form von **Steuersignalen** erfolgt.

Steuersignale sind Träger von Informationen in Steuerungen und bestehen aus einem physikalischen Medium (Strom, Licht, Schall, Druck u. a.) mit einem Parameter (Amplitude, Frequenz, Zeitdauer usw.), dessen Werte entsprechend der zu übermittelnden Information zeitabhängig veränderbar sind.

Regelungen werden bei der Modellbahn nur in Sonderfällen angewendet, z.B. bei Geschwindigkeitssteuerungen.

1.1 Bauglieder von Steuerungen:

Ein- und Ausgabeglieder, Stellglieder, Verstärker, Geber, Zeitglieder, Speicher, Prozessoren u.a.

1.2 Modellbahn - Steuersystem

ist die systematische Zusammenfassung von Modellbahnsteuerungen mit unterschiedlichen Funktionen bzw. Aufgaben, die nach vorgegebenem Programm zusammenwirken.

1.3 Steuerebenen

eines Steuersystems unterscheiden sich nach Art und Bedeutung ihres Eingriffes. Bei Modellbahnsteuerungen gibt es eine Einteilung in untere, mittlere und höhere Ebenen.

Untere Steuerebenen (Steuerebene 1) enthalten Steuerungen, die unmittelbar auf Modellbahn-Funktionen wirken und/oder ihre Wirkung messen bzw. melden.

Mittlere Steuerebenen (Steuerebene 2) enthalten Steuerungen, die Steuerungen der unteren Ebene nach systematischen und/oder physischen Aspekten zu Gruppen oder Komplexen verbinden.

Höhere Steuerebenen (Steuerebene 3) enthalten Steuerungen, die auf alle untergeordneten Steuerungen (Ebene 1 und 2) einwirken. Sie können zentral (z.B. **ein** Gleisbildstellpult) oder dezentral verteilt (**mehrere** Gleisbildstellpulte) angeordnet werden.

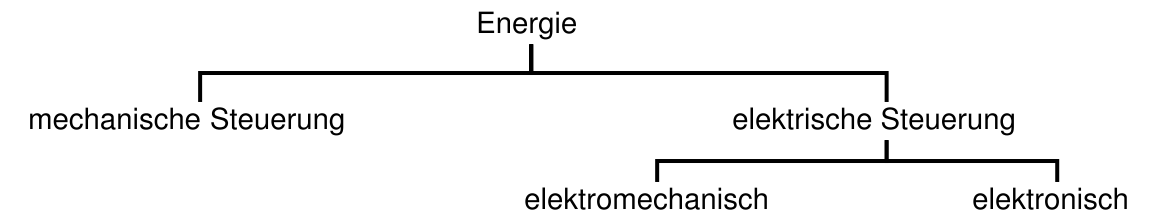
---

[1] Die im Folgenden benutzten Begriffe tragen zur Unterscheidung von anderen gleichlautenden Begriffen stets den Vorsatz **Modellbahn-**. Er kann entfallen, wenn eine Verwechslung nicht möglich ist.

1.4 Modellbahn-Steuerungsarten

Die Unterscheidung erfolgt nach verschiedenen Merkmalen:

1.4.1 Hilfsenergie



In Sonderfällen pneumatische oder hydraulische Steuerungen.

1.4.2 Steuersignalart

Für die Modellbahn wichtige Steuersignale sind z.B. die **analogen** und die **digitalen** Signale. Dementsprechend gibt es **analoge** und **digitale** Steuerungen.

1.4.3 Betriebsablauf

Die Modellbahn-Steuerungen werden eingeteilt in:

1.4.3.1 Fahrzeugsteuerung

umfasst Steuerungen, die alle Fahrzeugfunktionen beeinflussen, z.B. Geschwindigkeit, Fahrtrichtung, Beleuchtung u.a.

1.4.3.2 Fahrwegsteuerung

umfasst Steuerungen, die der Beeinflussung des Fahrweges dienen, z.B. Signalsteuerungen, Fahrstraßensteuerungen und -sicherungen u. a.

1.4.4 Andere Einteilungsmerkmale

sind z. B. besondere Merkmale (**Geschwindigkeitssteuerung**, **Fahrstromsteuerung**) oder werden aus Gründen der Zweckmäßigkeit (Zusammenfassung zu physischen Baugruppen, z.B. **Gleis- bzw. Blockabschnittsteuerung**) oder des Zeitablaufes (**Fahrplan**) gemacht.

2. Modellbahn-Funktionen

beschreiben jeweils einen modellbahntypischen Vorgang im Gesamtprozess der Modellbahnsteuerung und werden in folgende Arten eingeteilt:

2.1 Hauptfunktionen

Hauptfunktionen sind Funktionen, die für den Modellbahnbetrieb (im wesentlichen Zugbetrieb) relevant sind.

2.2 Nebenfunktionen

Nebenfunktionen sind Funktionen, die den Modellbahnbetrieb ergänzen.

2.3 Messfunktionen

Messfunktionen sind Funktionen, die zur Überwachung, Sicherung und Prüfung des Modellbahnbetriebes erforderlich sind (Messfunktionen der Modellbahn sind hauptsächlich Meldefunktionen).

2.4 Versorgungsfunktionen

Versorgungsfunktionen sind Funktionen, die den Betrieb der Steuerungen durch Bereitstellung der erforderlichen Spannungen und Ströme ermöglichen.

3. Grafische Übersichten

3.1 Übersicht zu den technischen Grundlagen der Modellbahn-Steuerungstechnik

A) Begriffssystem **Oberbegriffe** (NEM 600)

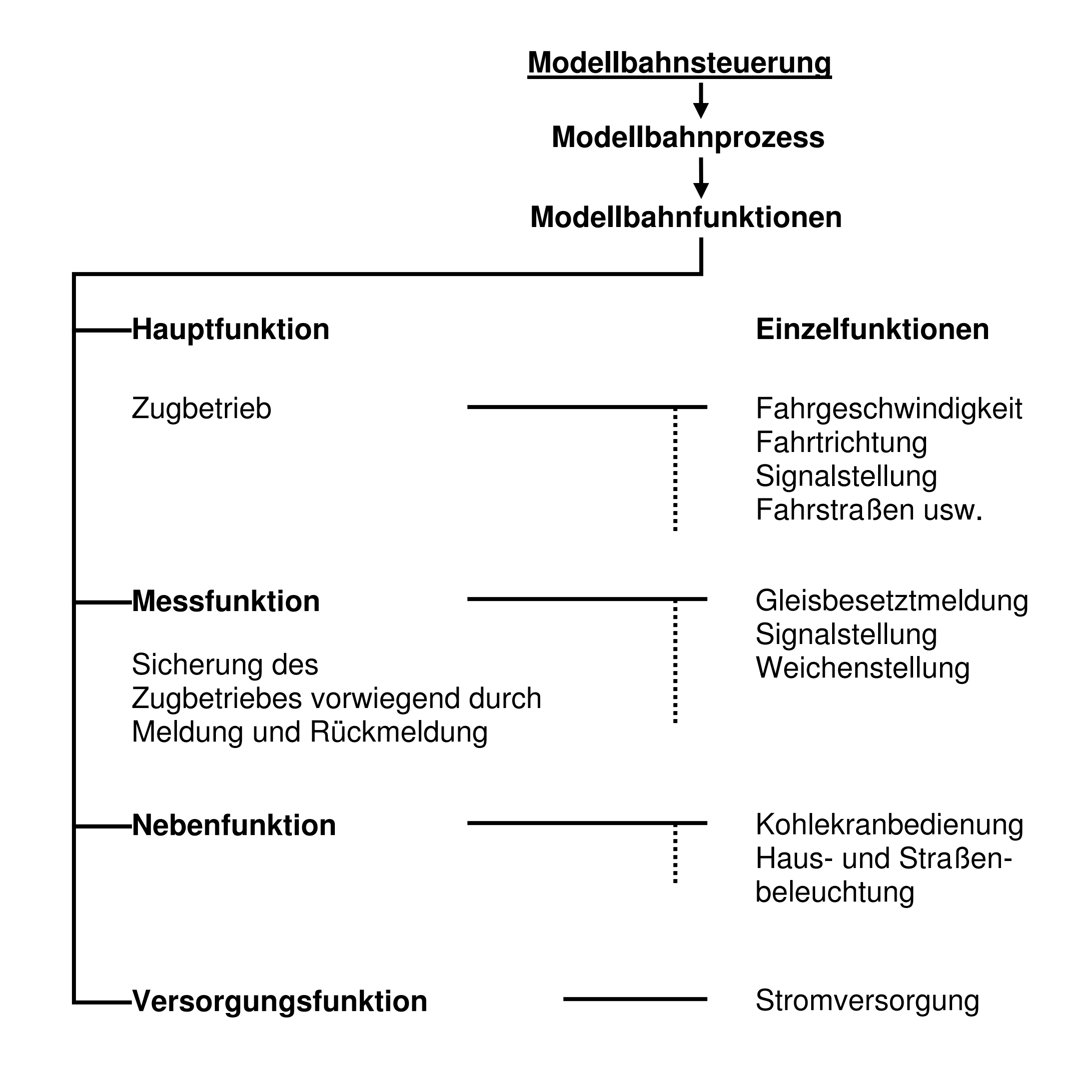
Vorrat an Fachbegriffen

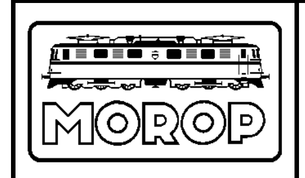
B) Strukturen der Modellbahnsteuerungen und Steuersignale



C) Schaltzeichen, Symbole, Kennbuchstaben (NEM 602) **und Kennfarben** (NEM 605)

3.2 Schema der Begriffssystematik NEM 600





Normen Europäischer Modellbahnen

Modellbahnsteuerungen
Systeme, Grundsätze, Strukturen

NEM 601

Empfehlung **Ausgabe 2006** (06102006)

1. Zweck der Norm

Bei der Konzipierung von Modellbahnsteuerungen und ihrer Steuerprogramme sind vom Vorbild abgeleitete und modellbahntypische Eigenheiten und Vorgaben zu beachten. Diese Norm soll diese Eigenschaften in Form von Grundsätzen und Strukturschemata formulieren. Sie ermöglicht die Klassifikation von Modellbahnsteuersystemen und definiert Grundbegriffe.

2. Modellbahn-Steuersysteme

Ein Modellbahn-Steuersystem ist die Gesamtheit aller Modellbahn-Funktions-Steuerungen, unabhängig von ihrer technischen Realisation, die im Zusammenwirken unter vorgegebenen Grundsätzen und Strukturen den vorbildgetreuen oder vorbildnahen Modellbahnbetrieb auf Modellbahnanlagen erlauben.

3. Grundsätze für den Entwurf von Modellbahnsteuersystemen

Modellbahnobjekte sind alle beweglichen und nicht beweglichen gegenständlichen Bestandteile der Modellbahn. Sie haben Eigenschaften, die die Prozesse der Eisenbahn und ihres Umfeldes vorbildgetreu oder vorbildnah nachbilden.
Bestimmte Eigenschaften der Modellbahnobjekte besitzen steuerbare Funktionen.
Die Funktionen von Modellbahnobjekten sind Voraussetzung sowohl für die Entwicklung eines Modellbahn-Steuersystems als auch seines Steuerprogramms. Dafür sind bestimmte Grundsätze einzuhalten, die die vorbildgetreue Betriebsweise bzw. den Betriebsablauf auf der Modellbahn garantieren sollen.
Die Funktionen der Modellbahnobjekte können elementar sein oder durch Verbindung gleicher oder verschiedener Funktionen einen verschieden hohen Komplexitätsgrad besitzen.
Ein Teil der Modellbahnobjekte besitzt keine steuerbare Funktion.

3.1 Ordnungsgrundsätze

Für die eindeutige Bestimmung der Modellbahnobjekte auf der Modellbahnanlage ist die Einhaltung folgender Ordnungsgrundsätze erforderlich:

1. ORTSBESTIMMUNG: Alle Objekte auf Modellbahnanlagen sind entsprechend der Anlagen-Gestaltung nach einem Modus zu ordnen, der allen Modellbahnobjekten mit steuerbarer Funktion einen Ort bzw. eine Position zuweist.

2. Der **ORTSWECHSEL** beweglicher Modellbahnobjekte bedingt eine Änderung der Positionsangabe.
Für jedes Objekt wird die Position auf der Anlage definiert und eine passende Bezeichnung[1)] gewählt. Die Anlagenteile, Gleise, Gleisabschnitte werden nach einer festzulegenden Vorschrift bezeichnet, z. B. mit einem Zählmodus ähnlich der Kilometrierung beim Vorbild, beginnend bei einem Fixpunkt in der Vorzugsrichtung (siehe Richtungsorientierung nach 3.). Alle beweglichen und unbeweglichen Objekte werden eindeutig diesen Zählbereichen zugeordnet.

3. RICHTUNGSORIENTIERUNG: Die Richtungsorientierung ergänzt die Ortsbestimmung, beide bilden eine Einheit. Die Richtungsorientierung eines Objektes wird bezogen auf einen Bezugsstandort (Steuerpult, Bahnhof usw.) im Vordergrund der Anlage. Der Richtung nach rechts auf diesen Ort bezogen ist die festgelegte RICHTUNG. Für die Richtung nach links gilt die Bezeichnung GEGENRICHTUNG.

[1)] Verwendbar als *Adresse* innerhalb des Steuerprogramms.

Richtungswechsel bedingt Wechsel der genannten Bezeichnungen[2].

Hinweis: Die Festlegung der Richtung erfolgt nach Grundsatz 2., d.h. bei im weitesten Sinn ringförmiger Anlagengestaltung ist bei Hintergrundgleisen die *Richtung* von rechts nach links.

3.2 Einheitlichkeitsgrundsatz

Die Grundsätze 3.1 werden *einheitlich* auf die gesamte Modellbahnanlage angewendet. Sie gelten für die gesamte Lebensdauer der Anlage oder bis zu einem größeren Um- oder Erweiterungsbau.

4. Strukturen der Modellbahnsteuerungen

Die Modellbahnsteuerungen werden bestimmt durch die Funktionen der Objekte. Sie dienen entweder der optischen Gestaltung der Anlage ohne Steuerfunktion oder besitzen dem Betrieb dienende, durch ihre Aufgabe definierte Steuerfunktionen.

Die Strukturen von Modellbahnsteuerungen werden maßgeblich bestimmt von

1. der *Lage der Objekte* innerhalb der Anlage und
2. vom *technischen Niveau ihrer Ausstattung mit Automatisierungsmitteln.*

Die in dieser NEM betrachteten Steuerungen sind drahtgebunden und/oder drahtlos, d.h. der Austausch von Informationen zur Steuerung der Modellbahn-Funktionen erfolgt mittels elektrischer Leitungen und/oder Funkverbindungen.

4.1 Strukturen elementarer Steuerfunktionen

Die einfachste Funktion eines Modellbahnobjektes ist die *elementare Steuerfunktion*. Sie ist gekennzeichnet durch die Ausführung *einer* abgeschlossenen Aufgabe innerhalb der Modellbahnsteuerung. Die elementare Steuerfunktion ist die *Basis aller Steuerfunktionen*.
Die Durchführung der Steuerfunktionen erfordert technische Hilfsmittel unter Zuführung von vorwiegend elektrischer Energie. Die Struktur dieser Bestandteile wird durch die Steuerung der Elementarfunktion bestimmt.

4.1.1 Die Basisstruktur der Steuerung der Elementarfunktionen

Die Struktur der elementaren Steuerfunktionen ergibt sich aus der bei Modellbahnen typischen Anordnung als stationäre oder bewegliche Objekte (Funktionselemente), die peripher über die Anlage verteilt sind, und ihre zentralisiert angeordneten Stell- (Bedien-) und Anzeigeelemente.
Zur Steuerung dieser Funktionsglieder werden Steuersignale, die zum Teil auch Energieträger sein können, über parallele Steuerleitungen ausgetauscht. Es ergibt sich die in Bild 1 dargestellte Struktur mit ihren wesentlichen Funktionen. Der Signalfluss erfolgt in beiden Richtungen, da in Gegenrichtung zum Stellsignal die Melde- und Rückmeldesignale den jeweiligen Zustand der gesteuerten Funktion übermitteln. Die in Bild 1 gezeigte Struktur ist die *Basisstruktur der elementaren Modellbahn-Funktionssteuerungen!*

Hinweis: Bei der einfachsten Form der Basisstruktur der Modellbahn-Funktionssteuerungen besteht die Rückmeldung auch als visuelle Beobachtung!

Bild 1 - Basisstruktur der elementaren Modellbahn-Funktionssteuerungen (schematisch)

[2] Beide Richtungen werden in NEM 631 allgemein als Verkehrsrichtung bezeichnet.

4.1.2 Die Struktur der zentralen Modellbahnsteuerung

Abhängig von der Anlagengestaltung und dem dargestellten Betrieb gibt es eine Vielzahl sowohl *gleicher* als auch *verschiedener Funktionssteuerungen*.

Ihre Stell- und Anzeigeelemente werden in der zentralen Steuerung zusammengefasst. Bild 2 zeigt den strukturellen Aufbau dieses Modellbahnsteuersystems. Wegen der Verteilung über die zugehörende Anlage ist ihre Struktur entsprechend deren Aufbau organisiert und stellt ihre einfachste Struktur dar, die *Basisstruktur der zentralen Modellbahnsteuerung*.

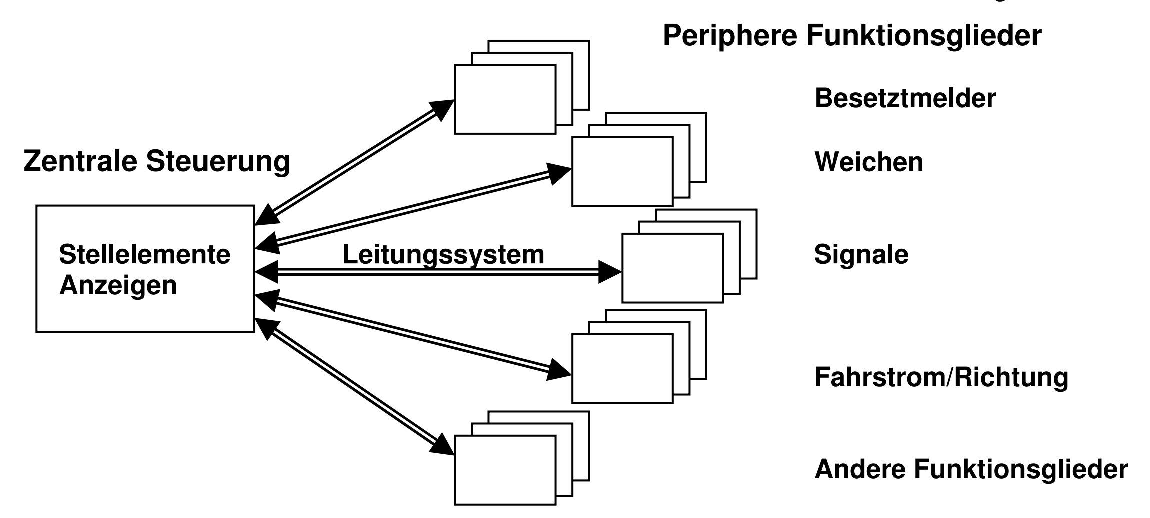


Bild 2 - Basisstruktur der zentralen Modellbahnsteuerung (schematisch)

4.2 Anlagenstrukturen der Modellbahnsteuersysteme

Wenn für große Modellbahnanlagen eine zentrale Steuerung, d.h. die Basisstruktur gemäß Bild 2, nicht sinnvoll ist, kann die Steuerung in mehrere Basisstrukturen aufgeteilt und dadurch in Steuerbereiche zerlegt werden, die untereinander kommunizieren müssen.

Entsprechend der Anordnung der Teilbereiche gibt es in Analogie zur Modellbahnanlage *offene* (Bild 3) oder *geschlossene* (Bild 4) *Anlagenstrukturen*. Auch Mischstrukturen sind möglich.

Die Art der Kommunikation ist beliebig. Die Kommunikationsverbindungen zwischen den Steuerbereichen müssen alle Anlagenstrukturen ermöglichen.

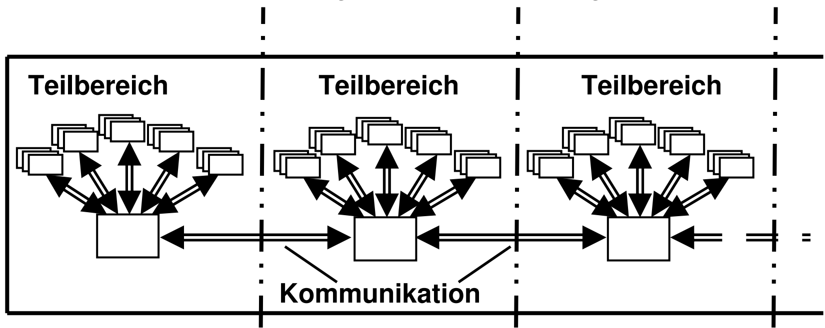


Bild 3 - Offene Anlagenstruktur der Teilbereiche der Steuerung

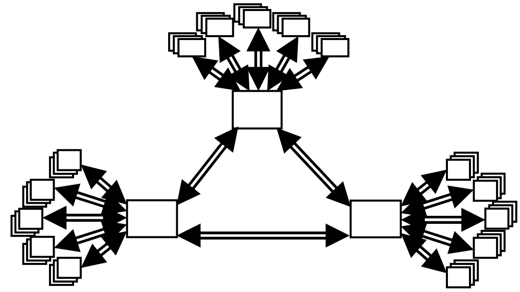


Bild 4 - Geschlossene Anlagenstruktur der Teilbereiche der Steuerung

4.3 Ausstattungsstrukturen der Modellbahnsteuersysteme

Die in Bild 1 gezeigte Struktur der elementaren Modellbahn-Funktionssteuerung ist das niedrigstmögliche technische Ausstattungsniveau von Modellbahnsteuerungen mit Automatisierungsmitteln als *einfachste technische Ausstattung*.

Die Arbeitsprinzipien der Funktionsglieder bleiben in allen Ausstattungsstufen stets die gleichen, sowohl bei den Objekten als auch bei den Stell- und Anzeige-Elementen. Ein höheres technisches Ausstattungsniveau bezieht sich folglich generell auf die *Kommunikation* und die *Energieübertragung*. Es entstehen unterschiedliche technische Niveaus.

Jede Ausstattung mit Automatisierungsmitteln (beispielsweise Relais bzw. Logische Schaltkreise) führt zu anderen Übertragungssystemen auf einem höheren technischen Niveau und damit zu einer *höheren technischen Ausstattungsstufe der Übertragungstechnik* (siehe Bild 5)

4.3.1 Übertragungssysteme

Maßgebendes Unterscheidungsmerkmal ist die Betriebsart des zur Kommunikation benutzten Leitungssystems. Es gibt *parallele* und *serielle* Übertragungssysteme. Ausgehend von der parallelen Betriebsart entsteht jede höhere Stufe durch zusätzliche technische Ausstattung und benötigt die vorhergehenden Stufen als Voraussetzung.

Stufe 0

Stufe 0 wird von der Basisstruktur der elementaren Modellbahnsteuerung gebildet (siehe Bild 5, Stufe 0).

Stufe 1

In Stufe 1 erfolgt die Umwandlung aus dem Basissteuersignal in binäre Steuersignale bzw. umgekehrt. Dabei sind durch zusätzliche Ein- oder Ausgänge einfache logische Verknüpfungen möglich. Die Betriebsart ist parallel (siehe Bild 5, Stufe 1). Sie wird als *erweiterte Basisstruktur* bezeichnet.

Stufe 2

Bei der seriellen Steuersignalübertragung werden die Steuersignale richtungsabhängig zunächst von der parallelen in die serielle Form gewandelt (kodiert), übertragen und am Bestimmungsort von der seriellen in die parallele Form dekodiert (siehe Bild 5, Stufe 2).

Alle Funktionsglieder sind an das serielle Leitungssystem angeschlossen, dabei sind zwei Betriebsarten zu unterscheiden. Der Anschluss erfolgt

a) direkt oder
b) über Unterzentralen.

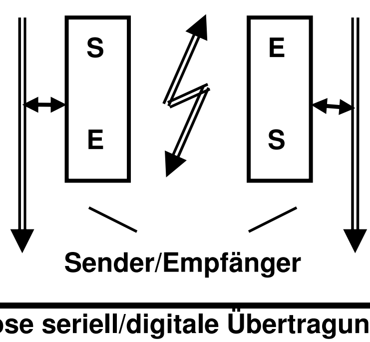
Man unterscheidet serielle Leitungssysteme mit Ein-Richtungs-Verkehr (unidirektionales Leitungssystem) und Zwei-Richtungs-Verkehr (bidirektionales Leitungssystem).

Stufe 3

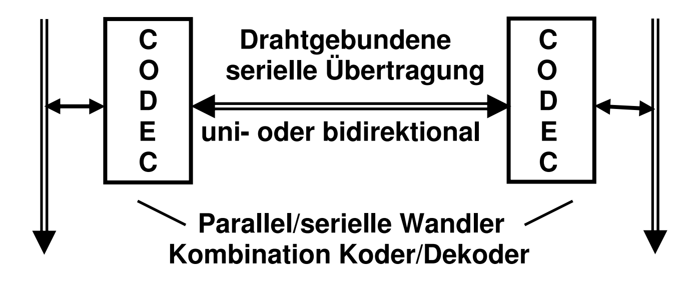
Die Übertragung der Steuerinformationen durch Funkverbindungen (drahtlos) erfolgt prinzipiell wie bei drahtgebundenen seriellen Steuerungen. Funkverbindungen erfordern zusätzlich Sende- und Empfangstechniken. Es kann uni- und bidirektionaler Betrieb genutzt werden. (siehe Bild 5, Stufe 3)

4.3.2 Mischstrukturen

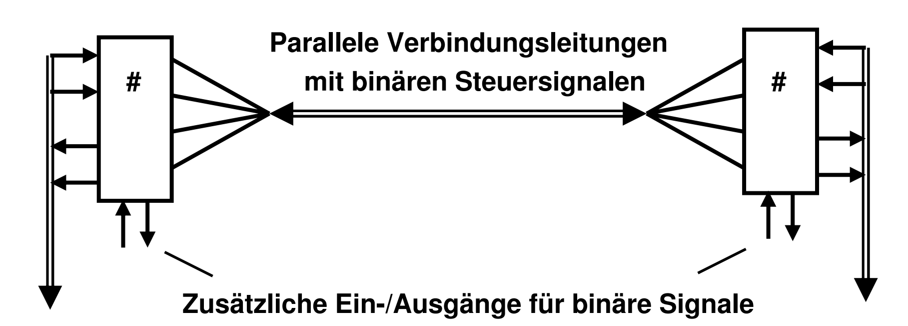
Modellbahnsteuersysteme dürfen Strukturen mit gemischter technischer Ausstattung besitzen. Serielle digitale Fahrzeug-Steuerungen werden auch auf Anlagen mit Ausstattungsstrukturen unterer Stufen eingesetzt.



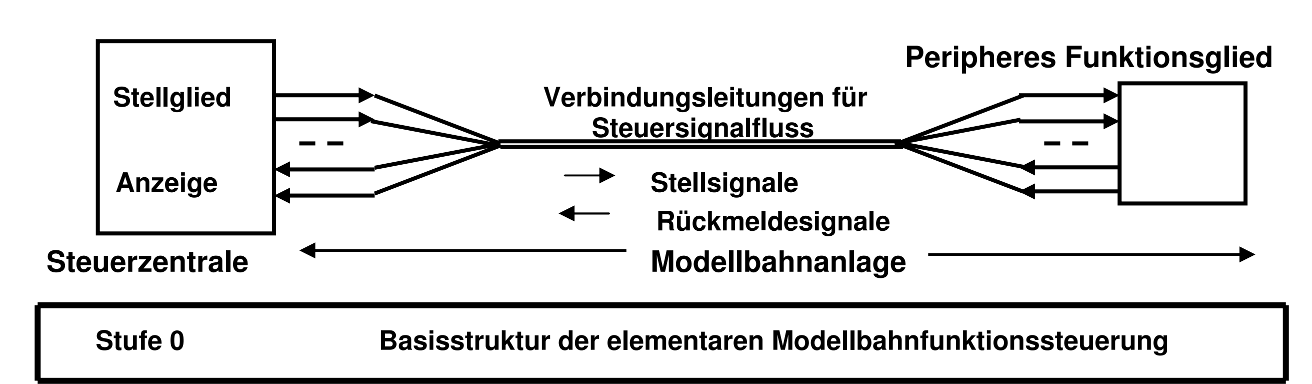
Stufe 3 Drahtlose seriell/digitale Übertragungsstrukturen, uni- oder bidirektional



Stufe 2 Serielle drahtgebundene Übertragungsstruktur mit systemabhängiger Kodierung

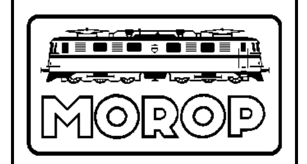


Stufe 1 Erweiterte Basisstruktur mit Logikelementen und binärer Signalwandlung



Stufe 0 Basisstruktur der elementaren Modellbahnfunktionssteuerung

Bild 5 Stufenpyramiden der Übertragungssysteme der Modellbahnsteuerungen mit den durch die technische Ausstattung bedingten Stufen. Die Abbildung zeigt, wie sich jede höhere technische Ausstattungsstufe durch Einfügung der dominierenden technischen Ausstattung aus der vorangehenden, niedrigeren Stufe ergibt. (Zeichenerklärung: # - analog/binäre Wandlung in zwei Richtungen, CODEC – Koder/Dekoder in zwei Richtungen, E – Empfänger, S – Sender)



Normen Europäischer Modellbahnen

Modellbahnsteuerungen

Symbole, Schaltzeichen, Kennbuchstaben

NEM 602

Empfehlung **Ausgabe 2007**
(ersetzt Ausgabe 2000)

1. Zweck der Norm

- Mit dieser NEM sollen modellbahntypische Symbole und Schaltzeichen der Modellbahnsteuerungen definiert werden. Sie sollen zur Darstellung von Stromlauf-, Übersichts- bzw. Block- und Funktionsschaltplänen von Modellbahnanlagen dienen.
- Diese NEM soll als Ergänzung gebräuchlicher Schaltzeichen nach IEC, EN etc. benutzt werden, um modellbahntypische Darstellungen von Schaltplänen einheitlich gestalten zu können.
- Schaltzeichen kennzeichnen die elektrischen Betriebsmittel, während Symbole ergänzende Hinweise auf ihre Arbeitsweise oder Einwirkung geben. Ausgewählte Symbole können als Schaltzeichen verwendet werden.
- Blockschaltzeichen dienen der Verbesserung der Übersicht und werden immer eingesetzt, wenn auf die detaillierte Stromlaufpläne verzichtet werden kann. Zuleitungen werden nur in erforderlicher Anzahl an die Blockschaltsymbole herangeführt.

2. Modellbahnsymbole für Übersichtsschaltpläne

Die Symbole dienen in Übersichts-, Wirk- und Blockschaltplänen zur Darstellung von Modellbahn-Funktionen mit elektrischen Schnittstellen. Die eigentliche elektrische oder elektromechanische Funktion, Wirkung oder Schaltung ist von untergeordneter Bedeutung und wird damit nicht dargestellt.

Richtungsangaben bei Schaltzeichen und Symbolen entsprechen den Festlegungen in NEM 601 und 631.

2.1 Gleis und Zubehör am Gleis

Nr.	Symbol	Bedeutung	Nr.	Symbol	Bedeutung
1.1		Gleis, zweipolig	1.2		Gleis mit Mitteleiter
1.3		Gleis mit Oberleitung	1.4	Gleisisolierstelle, Trennstelle	
					beide Schienen
			1.4a		Schiene rechts
			1.4b		Schiene links
Bemerkung 1: Bogengleis wird als stumpfer Winkel dargestellt (z. B. 135°).					
1.5		Weiche, allgemein	1.6		Kreuzungsweiche, allg.
Bemerkung 2: Weichenwinkel werden bei Erfordernis als Zahl am Symbol gekennzeichnet Bemerkung 3: Gleissymbole können kombiniert bzw. erweitert werden					
1.7		Formsignal, allgemein	1.8		Lichtsignal, allgemein
1.9		Formsignal, dreibegriffig	1.10		Gleissperre, allgemein
1.11		Entkupplungsmagnet	1.12		Bahnschranke
1.13		Drehscheibe	1.14		Schiebebühne

2.2 Stromabnehmende Elemente

Nr.	Symbol	Bedeutung	Nr.	Symbol	Bedeutung
2.1		Stromabnehmer, allgemein Schienenschleifer	2.2		Skischleifer
2.3		Radschleifer	2.4	↑	Dachstromabnehmer

Diese Symbole können als Schaltzeichen verwendet werden.

2.3 Elektrische Ausrüstung in Fahrzeugen

Nr.	Symbol	Bedeutung	Nr.	Symbol	Bedeutung
3.1	M	Permanentmagnetmotor	3.2	M	Motor mit Feldspule ungeteilt
3.3	M	Motor mit Feldspule geteilt	3.4	⟷	Fahrtrichtungsrelais Fahrtrichtungsbaustein
3.5	⊗	Beleuchtung, allgemein			
3.6	⊗→	Zugspitzensignal Pfeil rechtsgerichtet	3.7	←⊗	Zugschlusssignal Pfeil linksgerichtet
3.8		Leiterkupplung, 2 Leiter s. a. Ziffer 9.7	3.9		leitende Kupplung, 3 Leiter s. a. Ziffer 9.5
3.10	DEC	Dekoder			
3.11	x	Elektrische Zusatzfunktionen Kennbuchstabe x nach Festlegungen der Bahngesellschaft, umgangssprachlichen oder nationalen Aspekten. Z. B: deutsch: G-Geräuschgenerator, L-Läutewerk, P-Signalpfeife, R-Rauchentwickler, δ -temperaturabhängiges Funktionselement			

Symbole, die unter 3.2. nicht erwähnt sind, können als Schaltzeichen verwendet werden.

2.4 Stromversorgung allgemein und Fahrstrom

Nr.	Symbol	Bedeutung	Nr.	Symbol	Bedeutung
4.1		Stromversorgungsgerät fest, Gleich- und Wechselstrom	4.2		Fahrstromversorgungsgerät, Gleichspannung, stetig veränderlich
4.3	G#	Digitaler Impulsgenerator	4.4	= #	Digitaler Impulsverstärker, Booster

Diese Symbole können als Blockschaltzeichen verwendet werden.
Grundsätzlich liegt dann der Eingang links, der Ausgang rechts am Symbol. Abweichungen davon sollten durch Richtungspfeile dargestellt werden.

2.5 Elektrische Stellantriebe in Zubehör

Zur Darstellung von Stellantrieben mit Zubehör wird das Stellantriebssymbol mit dem entsprechenden Zubehörsymbol verbunden.

Nr.	Symbol	Bedeutung	Nr.	Symbol	Bedeutung
5.1		Stellmagnet, einfach wirkend, Dauerstrom, Federrückstellung	5.2		Stellmagnet, doppelt wirkend, Impulsstrom
5.3		Stellmotorantrieb, Gleichstrom, ohne Endabschaltung, mit Getriebe	5.4		Stellmotorantrieb, Wechselstrombetrieb, mit Endabschaltung
5.5		Memory-Stellantrieb	5.6		Piezo-Stellantrieb

Diese Symbole können als Schaltzeichen oder Blockschaltzeichen verwendet werden.

2.6 Geber am Gleis

Nr.	Symbol	Bedeutung	Nr.	Symbol	Bedeutung
6.1		Besetztgeber am Gleis, allgemein	6.2		Gleiskontakt
6.3		Schienenkontakt	6.4		stromempfindlicher statischer Geber
6.5		Durchlichtschranke Gabellichtschranke	6.6		Reflexlichtschranke
6.7		Raumlichtschranke	6.8		Magnet-, Schutzrohrkontakt, Hallsensor
6.9		druckempfindlicher Geber			

Diese Symbole können als Schaltzeichen verwendet werden.

2.7 Objektsymbole

Nr.	Symbol	Bedeutung	Nr.	Symbol	Bedeutung
7.1		Fahrzeug, allgemein	7.2		Triebfahrzeug, allgemein
7.3		Gebäude, allgemein			

3. Modellbahnschaltzeichen für Stromlaufpläne

3.1 Schaltzeichen für Gleiselemente (volle und vereinfachte Darstellung)

Nr.	Symbol	Bedeutung	Nr.	Symbol	Bedeutung
8.1		Gleisanschluss, lösbar Zweischienenbetrieb	8.01		Gleisanschluss, lös-bar Zweischienenbetrieb vereinfacht
8.2		Gleisanschluss, fest, Zweischienenbetrieb	8.02		Gleisanschluss, fest Zweischienenbetrieb vereinfacht
8.3		Gleisanschluss, lösbar Mittelleiterbetrieb	8.03		Gleisanschluss, fest Mittelleiterbetrieb vereinfacht
8.4		Gleisanschluss, lösbar Oberleitungsbetrieb	8.04		Gleisanschluss, fest Oberleitungsbetrieb vereinfacht
	Bemerkung 4: Weitere Varianten werden sinngemäß gebildet!				
8.5		Gleisisolierstelle, Trennstelle, doppelt	8.05		Doppelte Gleisisolier-stelle, vereinfacht
8.6		Gleisisolierstelle, Trennstelle, einfach, rechts	8.06		Einfache Gleisisolier-stelle rechts, verein-facht
	Bemerkung 5: Gleisisolierstelle links wird sinngemäß gebildet!				
8.7		Weiche, links, isoliertes Herzstück	8.07		Weiche, links isoliertes Herzstück, vereinfacht
8.8		Weiche, links, leiten-des Herzstück	8.08		Weiche, links leitendes Herzstück vereinfacht
	Bemerkung 6: Rechtsweichen und weitere Weichen werden sinngemäß gebildet!				
8.9		Kreuzung, allgemein isoliertes Herzstück	8.09		Kreuzung, allgemein isoliertes Herzstück vereinfacht
8.10		Kreuzungsweiche, doppelt, isoliertes Herzstück	8.010		Kreuzungsweiche, doppelt, isoliertes Herzstück, vereinfacht
	Bemerkung 7: Weichenwinkel werden bei Erfordernis als Zahl am Schaltzeichen gekennzeichnet!				

3.2 Schaltzeichen für Fahrzeuge

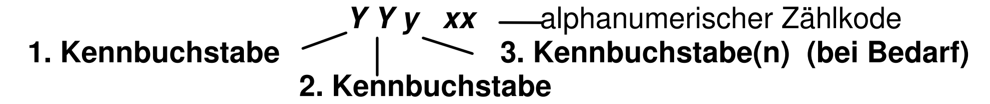
Nr.	Symbol	Bedeutung	Nr.	Symbol	Bedeutung
9.1.	M	Permanentmagnetmotor	9.2.	M	Reihenschluss-Motor, ungeteilte Feldspule
9.3.	M	Universalmotor, geteilte Feldspule			
9.4.	1 DEC 3 2 4	Digitaler Lokdekoder, Anschlüsse nach Erfordernis. Zusätzlich ist die Kennzeichnung der Anschlüsse mit Kurzbezeichnungen erforderlich, z. B. nach NEM 603, 650 ff. oder anders erforderlich. Gleiches Symbol für weitere elektronische Bausteine verwendbar.			
9.5.		3-polige leitfähige Kupplung, z. B. nach NEM 655	9.6.		2-polige leitfähige Kupplung, vereinfacht z.B. nach NEM 655
9.7.		1-polige Leiterkupplung z.B. flexible Leitung mit Steckverbindern	9.8.		1-polige Leiterkupplung z.B. flexible Leitung mit Steckverbindern, vereinfacht
9.9.	x	Funktionselement x = Kennbuchstabe, siehe Erläuterung zu Bild 3.11.			
9.10.		Entkupplungsmagnet			

Bemerkung 8: Glühlampen, Leuchtdioden usw. werden entsprechend den geltenden Normen dargestellt.

4. Kennbuchstaben (Auswahl)

Die Kennzeichnung der Schaltzeichen und Symbole erfolgt nach gebräuchlichen Prinzipien der Ordnung von Kennbuchstaben, kombiniert mit einem Zählkode.

Die Anordnung der Kennbuchstaben benutzt folgendes Muster:



1. Die Auswahl des **ersten Kennbuchstabens** erfolgt nach **IEC 60 750**

z. B. **S** für Schalter

H für optische Meldeleuchte

Y für elektrisch betätigte mechanische Einrichtungen

2. Die Auswahl des **zweiten und dritten Kennbuchstabens** einschließlich weiterer Kennzeichnungen erfolgt nach NEM 603 oder nach Festlegungen der Bahngesellschaft, umgangssprachlichen oder nationalen Aspekten.[1]

Beispiele für den deutschen Sprachraum:

YW *xx* für Weichenantrieb *xx*

HSv_{100} *x* für Signalbild v = 100 des Lichtsignals *xx*

[1] Bei länderübergreifendem Informationsaustausch muss eine passende Erläuterung gegeben werden.

1. Zweck der Norm

Diese Norm soll die Steuersignale in Modellbahnsteuerungen definieren und ihren Gebrauch in Wirk- und Blockschaltplänen durch die Nutzung von Kurzbezeichnungen mit alphanumerischen Kennzeichnungen (Buchstaben- und Ziffernkodes) erleichtern.

2. Steuersignale in Modellbahnsteuerungen

Modellbahnsteuerungen führen ihre Kommunikation mit vorwiegend elektrischen Steuersignalen durch.

Entstehen die Signale auf der Basis anderer Energien, so muss eine Wandlung in die elektrische Form erfolgen.

Zum Verständnis der Definitionen sind die NEM 600 und 602 zu berücksichtigen.

2.1 Einteilung der Steuersignale nach ihrer Funktion

a) **Meldesignale**, die die Zustände und/oder die Änderungen bestimmter Modellbahnfunktionen messen und/oder melden (Meldungen von Sensoren).

b) **Rückmeldesignale**, die den bestehenden Zustand bestimmter Modellbahnfunktionen melden (Zustandsmeldungen von Aktoren).

Bemerkung 1: Da bei der Modellbahn die vorstehenden Signalarten vergleichbare Funktion haben, werden sie im Folgenden als **eine** Gruppe „Meldesignale" geführt.

c) **Stellsignale**, Befehlssignale, die den Zustand der Modellbahnfunktionen (Aktoren) beeinflussen.

d) **Interne Steuersignale**, die auf verschiedenen Verarbeitungsstufen der Steuerung vorhanden sind und auf Ursachen oder Wirkungen hinweisen bzw. Verarbeitungszustände der Steuerung signalisieren.

2.1.1 Wichtige Meldesignale:

Besetztmeldesignal, meldet den Besetztzustand von Gleisabschnitten, hervorgerufen durch ruhende und/oder bewegte Fahrzeuge, **statisch** in Form von Dauerspannungen oder -strömen, oder **dynamisch**, nur hervorgerufen durch bewegte Fahrzeuge, als Impulsspannungen bzw. -ströme.
Zugschluss-Signal, meldet die Vorbeifahrt des Zugschlusses an einem Messpunkt.
Zugkennung, ein vom Zug aktiv oder passiv abgegebenes Signal zur Signalisierung der Zugart.
Zugnummer, ein vom Zug aktiv oder passiv abgegebenes Signal zur Signalisierung der Zugnummer oder Nummern mit gleichartiger Bedeutung.
Weichenstellungssignal, meldet die tatsächliche Stellung von Weichen.
Signalstellungssignal, meldet die tatsächliche Stellung von Eisenbahnsignalen.

2.1.2 Wichtige Stellsignale:

Fahrstromstellsignal, beeinflusst die Geschwindigkeit der Fahrzeuge auf der Grundlage verschiedener Fahrstromsysteme (s. NEM 620, 600, 670, 671).
Fahrtrichtungsstellsignal, beeinflusst die Fahrtrichtung der Fahrzeuge, vorwiegend integrierter Bestandteil des Fahrstromstellsignals.
Weitere wichtige Stellsignale sind: **Weichenstellsignal, Signalstellsignal, Signalbildstellsignal u.a.**

2.1.3 Wichtige interne Steuersignale der Modellbahnsteuerung:

Auf verschiedenen Ebenen der Steuerung müssen gegebenenfalls neben den oben genannten Steuersignalen verschiedene Zustandssignale ausgewertet werden. Dazu gehören die Zustandssignale für Fahrstraßen-, Block- bzw. Gleisabschnitt-, Signalbild- und anderer Steuerungen. Sie dienen in der Regel immer Sicherheitsaspekten des Fahrbetriebes.

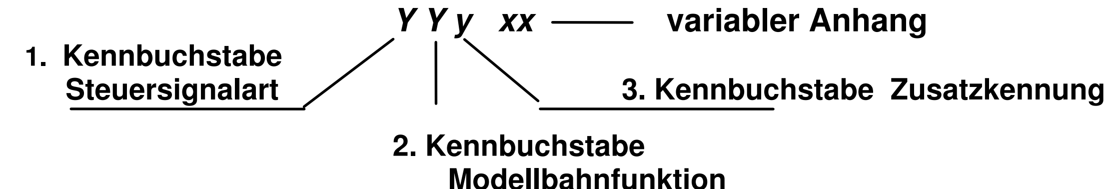
2.2 Kurzbezeichnung für Modellbahn-Steuersignale

Die Kurzbezeichnungen bestehen aus einem dreistelligen unveränderlichen Kürzel und einem variablen alphanumerischen Anhang als Ordnungsmerkmal zur Kennzeichnung der Zugehörigkeit zu einem Anlagenteil, z. B. Gleisabschnitt.

Sie werden vorzugsweise angewendet in Übersichts-, Wirk- und Blockschaltplänen, in Stromlaufplänen vorzugsweise nur zur Kennzeichnung von Anschlüssen an Schnittstellen.

Die Markierung ***xx*** der folgenden Kurzbezeichnungen reserviert die Position des variablen Anhanges.

3. Struktur der Steuersignal-Kurzbezeichnung



2. Kennbuchstabe Modellbahnfunktion

3.1 Kennbuchstabe Steuersignalart

Meldesignale	M	Stellsignale	O
interne Steuersignale	D		

3.2 Kennbuchstabe Modellbahnfunktion

Besetztmeldung	B	Fahrstrom	F
Zugkennung	K	Fahrtrichtung	R
Zugnummer	N	Signalstellung	S
Zugschluss	Z	Weichenstellung	W

3.3 Kennbuchstabe(n) Zusatzkennung

Die Angabe der **Zusatzkennung** erklärt die Wirkung oder Ursache des Steuersignals.

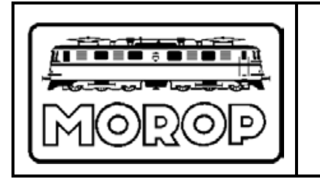
Nr.	Steuersignalbezeichnung	Kurzzeichen	Bemerkung
1	Meldesignale		
1.1	Besetztmeldesignale		(im Normalfall eins je Gleis- bzw. Blockabschnitt)
1.1.1	statisch	s	
1.1.2	dynamisch	d	(Befinden sich in einem Gleisabschnitt mehrere dynamische Messpunkte, so werden sie zusätzlich hinter dem Kennbuchstaben mit Kleinbuchstaben a, b, c usw. gekennzeichnet)
1.2	Zugschluss-Signal	–	(Dieses Steuersignal wird in der Regel ohne weiteres Merkmal oder zusammen mit dem Zugkennungs- oder Zugnummernsignal verwendet.)
1.3	Zugkennung	–	(Verwendung wie 1.2)
1.4	Zugnummer	–	(Verwendung wie 1.2)
1.5.1	Weichenstellung	l	Stellung links
1.5.2	Weichenstellung	r	Stellung rechts
1.6.0	Signalstellung	v	verboten
1.6.1	Signalstellung	e	erlaubt

Nr.			
	Signalbild		bei Bedarf Zusatzkennung zu oder Ersatz von Position 1.6.x
1.7	Licht- und Formsignale		
1.7.0	Signalbild v = 0	v_0 x)	Zusatzkennung, siehe Bemerkung 2
1.7.1	und folgende werden zur Kennzeichnung von Signalbildern zur Signalisierung von Geschwindigkeiten und ihrer Änderungen benutzt		
1.8	Rangier-/Verschubsignale	x)	Zusatzkennung, siehe Bemerkung 2, weitere Einteilungen gemäß 1.7
1.9	Sperr-/Schutzsignale	x)	Zusatzkennung, siehe Bemerkung 2, weitere Einteilungen gemäß 1.7
Bemerkung 2: Kennbuchstabe(n) x) nach Festlegungen der Bahngesellschaft, umgangssprachlichen oder nationalen Aspekten, dargelegt in einem nationalen Beiblatt zu dieser Empfehlung.[1] Zusätzliche Kennzeichnung von Geschwindigkeitsänderungen durch Aufwärts- oder Abwärtspfeil (↑,↓).			
2	Stellsignale		
2.1	Fahrstromstellsignal	*yy*	*yy* bestimmt die Fahrstufe, z. B. 0 - 15 (zusätzlich kann eine Zuordnung zu einem Gleisabschnitt oder einem Fahrstromversorgungsgerät erfolgen)
2.2	Fahrtrichtungsstellsignal	*y*	*y* fahrzeugbezogen: v = vorwärts, z = rückwärts *y* anlagenbezogen: l = links, r = rechts
2.3	Weichenstellsignal		Zusatzkennung entsprechend Position 1.5.x (gilt für Motor- und Magnetantriebe)
2.4	Signalstellsignal		Zusatzkennung entsprechend Position 1.6.x (gilt für alle Signale mit den Funktionen v, e)
2.5	Signalbildstellsignal		Zusatzkennung entsprechend Position 1.7 bis 1.9
3	interne Steuersignale		erhalten, wenn erforderlich, Zusatzkennungen nach Position 1.x.x

4. Hinweise

- In der Schaltungspraxis kommt es vor, dass ein Steuersignal mehrere Bedeutungen hat, dann wird die wichtigste gewählt. Beispiel: Das Stellsignal für ein Lichthauptsignal ist logisch identisch mit dem zugehörenden Meldesignal. In diesem Fall ist das Stellsignal zu bevorzugen.
- Bei besonders umfassenden Schaltungen ist ein Vorsatz als zusätzliche Kennung der Zugehörigkeit des Steuersignals zu einer Schaltungsgruppe zu empfehlen.
- Die Kennzeichnung von Steuersignalen **innerhalb** von Stromlaufplänen ist nicht unbedingt erforderlich, dagegen immer an den Schaltungsschnittstellen.
- Generell wird positive Logik angenommen, d.h. eine Spannung (Binärwert 1) kennzeichnet die Aktivität eines Steuersignals. Soll ein im Nichtzustand (Binärwert 0) aktives Steuersignal gekennzeichnet werden, dann wird dem Kurzzeichen ein / (Schrägbruchstrich, slash) vorangestellt.

[1] Bei länderübergreifendem Informationsaustausch muss eine passende Erläuterung beigegeben werden.



Normen Europäischer Modellbahnen

Leitungen
Querschnitte, Leiterlängen

NEM 604

Empfehlung **Ausgabe 2012**
(ersetzt Ausgabe 2007)

1. Zweck der Norm

Die Empfehlung soll Anwendern Hilfe bei der Optimierung der Längen oder Querschnitte elektrischer Leitungen und bei ihrer Verlegung geben, damit wegen der räumlichen Ausdehnung der Modellbahnanlagen durch richtige Wahl der Leiterlänge unnötige Spannungsverluste auf den Leitungen und die gleichzeitig bestehende Gefahr der Leitungsüberhitzung (Brand- bzw. Kurzschlussgefahr!) vermieden werden.

2. Leitungen in Modellbahnsteuerungen

In Modellbahnanlagen führen Leitungen unterschiedlich große Ströme. Die Installation von Leitungen muss dem tolerierten Spannungsfall bei einem gegeben Strom gerecht werden. Daher wird eine Berechnung der zulässigen Leiterlänge und des Leiterquerschnittes empfohlen.

2.1 Berechnung der zulässigen Leiterlänge

Der Spannungsabfall ΔU auf Leitungen hängt ursächlich vom Leiterwiderstand R [1] und der Strombelastung I ab. Die zulässige Leiterlänge l [2] in Abhängigkeit von Querschnitt A, Spannungsfall ΔU und Laststrom I ergibt sich nach folgender Formel (Einheiten nach Tabelle1):

$$l = (\Delta U / I) * A / p$$

Tabelle 1:

Symbol	Einheit	Beschreibung
l	m	Gesamtlänge in Meter (Hin- und Rückleiter)
p	$(\Omega * mm^2) / m$	Spezifischer Widerstand (Kupfer [3] 0,0178 bei 20 Grad Celsius)
ΔU	V	Maximaler Spannungsfall in Volt
A	mm^2	Leitungsquerschnitt aus $\pi * d^2/4$ oder $\pi * r^2$
I	A	Laststrom in Ampere

2.2 Der Einfluss der Versorgungsspannung

Der Spannungsfall auf den Leitungen sollte nicht mehr als **10%** der Quellenspannung betragen. Bei gleichen Leiterquerschnitten für Hin- und Rückleitung entfallen auf jeden Leiter **5%**, ΔU = 0,8 V bei 16 V und ΔU = 0,6 V bei 12 V Quellenspannung. Für praktische Berechnungen reicht es aus, wenn man allgemein einen Spannungsfall von 1 V verteilt auf Hin- und Rückleiter (je Leiter 0,5 V) annimmt. Wird als Rückleiter ein Leiter mit erheblich größerem Querschnitt (3 – 5-fach) verwendet, so kann der ganze Spannungsfall der Hinleitung zugerechnet werden. Praktisch verdoppelt sich so seine mögliche Länge.

---

[1] Der Leiterwiderstand R bestimmt den Spannungsfall ΔU bei gegebenem Laststrom; deshalb wird R durch ΔU / I ersetzt.

[2] Die zulässige Leiterlänge ist die Leiterlänge, bei der bei Einhaltung der Rahmenbedingungen Querschnitt, Maximallaststrom und zulässigem Spannungsfall weder Betriebsstörungen der Verbraucher oder Betriebsgefahren durch Überhitzung entstehen können; Kurzschluss ausgeschlossen.

[3] Die Temperaturabhängigkeit von - 0,4% je K Temperaturänderung kann bei den offen in der Anlage verlegten Leitungen vernachlässigt werden.

2.3 Der Einfluss des Laststromes

Der Laststrom richtet sich immer nach den elektrischen Betriebsbedingungen des jeweiligen Verbrauchers der Modellbahnanlage; berücksichtigt werden muss stets der maximale Laststrom. Der Laststrom beeinflusst die Leiterlänge in reziproker Form; das bedeutet, dass sich die Länge halbiert, wenn sich der Strom verdoppelt.

2.4 Ausgewählte Beispiele

Beispiele für den Spannungsfall von ΔU = 0,5 V und den Laststrom I = 1 A

Tabelle 2: Zulässige Leiterlängen

	für Drähte		für flexible Leiter	
d in mm	A in mm²	l in m	A in mm²	l in m
0,40	0,13	3,5	0,14	3,9
0,80	0,50	14,1	0,75	21,0
1,50	1,77	49,6	1,50	42,0

Anmerkung: d = Durchmesser

Rechenbeispiel:

Gegeben: Drahtdurchmesser d = 0,5 mm
Spannungsfall ΔU = 0,5 V
Laststrom I = 1,2 A

Berechnen l: Querschnitt: $A = \pi * d^2 / 4$; A = 0,20 mm².
(0,5 / 1,2) * 0,20 / 0,0178 = 4,7 m

2.5 Umgestellte Formeln

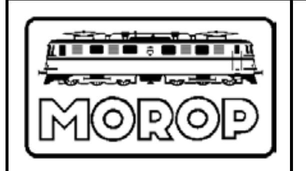
Maximaler Strom bei gegebener Länge, Querschnitt und ΔU: $I = (\Delta U * A) / (l * p)$

Spannungsfall bei gegebenen Querschnitt, Länge und Strom: $\Delta U = (l * p * I) / A$

Minimaler Querschnitt bei gegebenen Laststrom, ΔU und Länge: $A = (l * p) * (\Delta U / I)$

3. Wärmeklasse

Die zum Einsatz kommenden Kabel sollen die Wärmeklasse **Y** (Grenztemperatur 90^0 C) erfüllen.



Normen Europäischer Modellbahnen

Leitungen
Kennfarben

NEM 605

Empfehlung

Ausgabe 2012
(ersetzt Ausgabe 2001)

1. Zweck der Norm

Die Verwendung von Kennfarben bei Leitungen soll die Verdrahtung von Modellbahnanlagen, Steuer- und Stromversorgungsgeräten (SELV), Gleisanlage und Modellbahn-Zubehör erleichtern, die Fehlersuche in den Anlagen und die Arbeit mit Schaltplänen verbessern.[1)]

2. Kennfarben für Leitungen

Tabelle 1:

Leitungsart	Kennfarbe	Kurzzeichen Deutsch	Kurzzeichen Französisch	Kurzzeichen International
Versorgungsleitungen Gleichstrom				
Gemeinsamer Rückleiter, Masseleiter, GND	schwarz, (alternativ: blank)	sw	nr (nu)	BK
Gleichstromversorgungsleitung positiv (bezogen auf **GND**)	rot	rt	rg	RD
Gleichstromversorgungsleitung negativ (bezogen auf **GND**)	blau	bl	bl	BU
Versorgungsleitung Wechselstrom Versorgung mit einem Leitungspaar	grau grau mit Markierung	gr	gr	GY
Steuerleitungen				
Fahrstromversorgungsleitung positiv	weiß	ws	blc	WH
Fahrstromversorgungsleitung negativ	gelb	ge	jn	YE
Stellsignalleitungen für Weichen, Bahnsignale und sonstiges Zubehör	grün	gn	vt	GN
Melde- und Rückmeldeleitungen				
allgemeine Kennfarbe	braun, wahlweise orange,	br or	br or	BN OG
Sonstige Leitungen	violett rosa	vi rs	vi ro	VT PK

Bemerkung: Werden generell nur Leitungen einer Farbe eingesetzt, so sollen ihre Enden in der oben angegebenen Grundfarbe nach Abschnitt 4 markiert werden.

[1)] Zum Verständnis von angeführten Begriffen sind die NEM 600 sowie 602 und 603 zu berücksichtigen. Kennfarben der Schnittstelle für Lokdecoder sind in der NEM 650 definiert.

3. Weitere Unterscheidungsmerkmale

3.1 Steuerleitungen

Steuerleitungen für unterschiedliches Zubehör können farbig markiert oder zweifarbig mit der Grundfarbe grün nach Tabelle 2 ausgeführt werden:

Tabelle 2:

Weichen	grün (ohne Zusatzkennfarbe)
Bahnsignale	grün-rot
sonstiges Zubehör	grün-grau, grün-weiß

3.2 Melde- und Rückmeldeleitungen

Melde- und Rückmeldeleitungen für unterschiedliches Zubehör können farbig markiert oder zweifarbig mit der Grundfarbe braun nach Tabelle 3 ausgeführt werden:

Tabelle 3:

Besetztmeldung, statisch-dynamisch	braun (ohne Zusatzkennfarbe)
Besetzmeldung, dynamisch	braun-gelb
Rückmeldung Weichen	braun-grün
Rückmeldung Bahnsignale	braun-rot
Rückmeldung sonstiges Zubehör	braun-grau, grau-weiß

Wichtig: Die Farbkombination **grün-gelb** ist für **Schutzleiter**-Aufgaben im Niederspannungsnetz (230V-Netz) reserviert und nur dafür einzusetzen! (siehe auch NEM 609)

4. Hinweise für die Anwendung der Farbkennung

4.1 Kennzeichnung von Leitungsenden

Die Verdrahtung der Anlage kann mit einer beliebigen Kennfarbe ausgeführt werden. Die Enden der Leitung sind mit der zur Art der Leitung gehörenden Kennfarbe zu kennzeichnen. Die Kennzeichnung kann mit Schrumpfschlauch oder Isolierung einer Leitung größeren Durchmessers erfolgen. Es wird empfohlen die Enden der Leitung zusätzlich nach NEM 603 zu beschriften und ggf. durch zu nummerieren.

4.2 Mehrfachleitungen

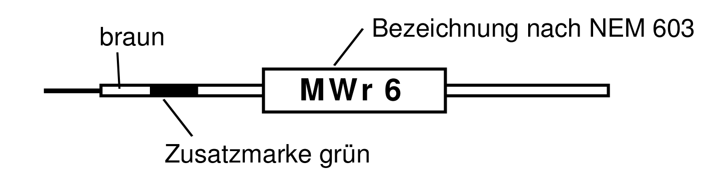
Die Beschaltung von Modellbahn-Zubehör erfordert oft Anschlussleitungen gleicher Kennfarbe. Deshalb müssen die Anschlussleitungen besonders farblich markiert werden. Die Kennzeichnung erfolgt gemäß Abschnitt 4.1, wobei für jede Leitung gleicher Kennfarbe die Anzahl der farblichen Markierung um Eins erhöht wird.

4.3 Verwendung von Flachbandleitung

Bei Flachbandleitungen wird im Allgemeinen bis auf eine außen liegende Leitung keine farbliche Markierung vorgenommen. Es ist eine Nummerierung, beginnend mit der markierten Leitung als Nummer eins, vorzunehmen. Diese wird für GND – sofern vorhanden – benutzt. Leitungen für die Stromversorgung sollten auf die Leitungen mit den hohen Nummern gelegt werden. Der kleine Leiterquerschnitt (AWG-26, A = 0,14 mm^2; AWG-28, A = 0,09 mm^2) kann durch Parallelschalten mehrerer Adern vergrößert werden (siehe NEM 604).

Bei Flachbandleitungen nach internationaler Farbkodierung ist die außen liegende Leitung mit der Farbe braun als Leitung als Nummer eins zu verwenden.

Beispiel für die exakte Markierung eines Leitungsendes:
Rückmeldeleitung der Weiche 6, rechtsabzweigende Stellung, Kennfarbe braun, Markierung grün.



Modellbahnsteuerungen
Anforderungen

Empfehlung

Ausgabe 2012 (ersetzt Ausgabe 2011)

1. Zweck

Das Lastenheft beschreibt aus Sicht des Anwenders die Anforderungen, die eine Modellbahnsteuerung erfüllen sollte.

2. Grundsatz

Eine Modellbahnsteuerung muss modular konzipiert sein. Durch diese Konzeption erhält der Anwender die Möglichkeit seine Anlage stetig mit geringem Aufwand zu ändern und auszubauen. Neuinvestitionen sollen vermieden werden. Die Belastung der Anwender einer Modellbahnsteuerung mit technischen Details muss gering gehalten werden. Der Anwender allein ist verantwortlich für die Konfiguration und Betrieb der Anlage, jedoch nicht für die technische Konfiguration der einzelnen Komponenten. Erforderliche Verkabelungen erfolgen mit eindeutig bezeichneten Steckern und Steckerarten, sowie eindeutigen Beschreibung der Topologie einer solchen Verkabelung.

3. Forderungen an die Funktionen

Erweiterungen und Änderungen von Funktionen und deren Zusammenspiel einer Anlage, müssen durch einfaches Anstecken von Hardware und durch Laden von Software auf die basierende Hardware erfolgen. Die zu ergänzende Hardware ist so auszuführen, dass diese mit der bereits vorhandenen Hardware funktioniert.

3.1 Hardware

Die Funktionen beziehen sich auf die folgenden Gruppen:

- Zentrales Steuergerät
- Eingabegeräte
- drahtgebundener Fahrregler
- funkgebundener Fahrregler
- sprachgebundener Fahrregler
- infrarot gebundener Fahrregler
- Stellpult
- Ausgabegeräte
- Lokdecoder
- Standard-Decoder
- rückmeldefähige Decoder
- Sound-Decoder
- Funktionsdecoder
- Schaltdecoder bzw. CoDec
- Weichendecoder
- Signaldecoder
- Zubehördecoder
- Leistungsversorgung
- Zentrale Versorgung
- gleisabschnittbezogene Versorgung

3.2 Software

Die Funktionen beziehen sich auf die folgenden Gruppen:

- Zusammenstellung und Konfiguration sowie Verwaltung der Geräte
- Diagnose der Funktionsfähigkeit der konfigurierten Geräte
- Hilfsmittel zur Konfiguration der Anlage
- Steuerung des Betriebes
- Update-Funktion für die verwendeten Geräte

3.3 Einzelforderungen

Die Stromversorgung (PELV) des zentralen Steuergerätes und der an den Bus angeschlossenen Geräte ist von der für Modellbahnen gesetzlich vorgeschriebenen SELV galvanisch zu trennen.

3.3.1 Zentrales Steuergerät

Die Kommunikation des zentralen Steuergerätes mit den einzelnen Geräten wird einerseits durch den Bus[1)], andererseits durch ein dokumentiertes Protokoll[2)] definiert. Geräte und zentrales Steuergerät unterschiedlicher Hersteller können hiermit zum Einsatz kommen. Die Anwendung mehrerer Bussysteme muss vermieden werden. Handelsübliche Komponenten sind bevorzugt.

3.3.1.1 Bedienung

Das zentrale Steuergerät stellt dem Nutzer eine menügeführte Oberfläche zur Verfügung. Idealerweise ist die Bedieneroberfläche so ausgelegt, dass weitere auf Software basierende Funktionen hinzu gefügt werden können (sog. Apps[3)]). Die hierzu erforderlichen internen Schnittstellen sind dokumentiert, damit vom Hersteller übergreifende Software verwendet werden kann. Eingaben sind sowohl über eine Tastatur, als auch über Zeigergeräte möglich. Als Zeigergerät ist auch der Touch-Screen möglich. Der Nutzer soll nicht mit irgendwelchen Tätigkeiten belastet werden, die Kenntnisse bezüglich des Betriebssystems des zentralen Steuergerätes erfordern. Zu Menüpunkten, Eingabefeldern usw. ist eine Kontext-Hilfe abrufbar.

3.1.1.2 Sicherung

Sämtliche vom Nutzer getätigten Aktionen und die damit erzeugten Daten werden gespeichert und sind wiederherstellbar.

3.1.1.3 Schnittstellen

Über eine handelsübliche Schnittstelle erfolgt die Kommunikation zur Anlage. Die Schnittstelle soll eine Verkabelung mit handelsüblichen Komponenten erfordern und einen seriellen Bus aufweisen. Eine drahtlose Verbindung zur Anlage soll möglich sein. Für ein Update der in der Anlage installierten Geräte ist eine Schnittstelle im zentralen Steuergerät vorhanden, das Software von einem Speichermedium überspielen kann. Zusätzlich soll eine Verbindung zum Internet möglich sein.

3.3.2 Fahrregler

Jede Art des Fahrreglers nimmt beim Einschalten desselben Kontakt mit dem zentralen Steuergerät auf und wird auf diese Weise angemeldet und dann weiter verwaltet. Durch Einstecken eines drahtgebundenen Fahrreglers erfolgt die Einschaltung und er kann jederzeit an jeder Stelle an den Bus angeschlossen werden, ohne dass dies Auswirkung auf den Betrieb hat. Die drahtlosen Fahrregler nehmen Kontakt mit dem zentralen Steuergerät über geeignete Sende-Empfangseinrichtungen auf, die an den Bus angeschlossen sind. Ein sprachgebundener Fahrregler kann über Draht, Funk oder Infrarot angebunden werden.

[1)] Die Voraussetzungen für einen Bus auf Basis Ethernet sind in der NEM 693 beschrieben.

[2)] Das Bus-Protokoll ist in der NEM 694 beschrieben.

[3)] Apps = Applications, das sind Software-Anwendungen

3.3.3 Stellpult

Stellpulte unterscheiden sich nach deren Komplexität. In der einfachsten Ausführung sind Taster und Ausleuchtungen der geschalteten Zustände vorhanden. In der höchsten Stufe sind professionelle Stellpulte, z.B. ESTW, möglich. Alle Arten von Stellpulten sind an den Bus angeschlossen, melden sich nach dem Einschalten beim zentralen Steuergerät an und werden dann verwaltet. Alternativ ist ein virtuelles Stellpult auf dem zentralen Steuergerät möglich.

3.3.4 Lokdecoder

Für eine Überwachung des Betriebsablaufes ist es wünschenswert, dass die Position eines Fahrzeuges bzw. des Zuges bekannt ist. Sowohl Fahrzeuge ohne als auch mit Decoder können nur durch eine Messeinrichtung in ihrer Position bestimmt werden. Sehr geeignet sind Messeinrichtungen, die in einem Gleisabschnitt arbeiten und dabei auch die gesamte Länge des Zuges mit erfassen. Lokdecoder werden durch ein Fahrgerät[4)] mit Fahrstrom versorgt, das zugleich auch für die Informationsübertragung von und nach dem zentralen Steuergerät sorgt. Ein Fahrzeug kann auch so ausgerüstet werden, dass dieses über das Fahrgerät einerseits den Fahrstrom erhält, andererseits das Fahrgerät per Funk die Datenübertragung mit dem Lokdecoder abwickelt und dann diese mit dem zentralem Steuergerät sicherstellt. Beim Einschalten melden sich die Lokdecoder bzw. das Fahrgerät beim zentralen Steuergerät und werden dann verwaltet.

3.3.5 Schaltdecoder[5)]

Schaltdecoder bzw. CoDecs sind Bestandteil der (des) jeweils zu schaltenden Modellbahnartikel(s). Sie sind an den Bus angeschlossen. Beim Einschalten melden sich diese beim zentralen Steuergerät an und werden von diesem fortan verwaltet.

3.3.6 Leistungsversorgung

Fahrgeräte, Geräte zur drahtlosen Übertragung, Schaltdecoder und deren Modellbahnartikel müssen mit Schaltnetzteilen (SELV 14 - 18 Volt Gleichstrom) gespeist werden. Alle für die Versorgung der Elektronik erforderlichen Spannungen werden hieraus generiert.

Im Einzelnen:

- Das Fahrgerät kann für die Stromversorgung DC, AC und die digitalen Formate konfiguriert werden.
- Kommandos zur Steuerung der Triebfahrzeuges / des Zuges werden an das Fahrgerät übermittelt, das diese Kommandos in ein für das Triebfahrzeug / Zug lesbares Format übersetzt.
- Unabhängig von dem verwendeten Format übermittelt das Fahrgerät die Existenz eines Fahrzeuges im Gleisabschnitt.
- Kommandos in Bezug auf Beschleunigung, Verzögerung, Auslösung von Funktionen werden vom Fahrgerät empfangen und in Decoder lesbare Daten umgesetzt. Sofern der Decoder rückmeldefähig ist, übermittelt er diese rückmeldefähigen Daten an das Fahrgerät, das wiederum eine Umsetzung an das zentrale Steuergerät vornimmt.
- Von der gleisabschnittbezogenen Versorgung wird erwartet, dass Kurzschlüsse bzw. rapid ansteigende Stromstärken erkannt, begrenzt und an das zentrale Steuergerät gemeldet werden.
- Das Fahrgerät soll in der Lage sein, mehrere (mindestens 4) Gleisabschnitte zu steuern und zu kontrollieren.
- Sind Fahrzeuge im Einsatz, die eine Datenübertragung per Funk ermöglichen, so sind die Fahrgeräte mit einer Komponente zur Datenübertragung per Funk nachrüstbar. Das Fahrgerät ist

---

[4)] Fahrgerät in diesem Sinn ist z.B. ein Steuermodul für Gleisabschnitte, das in der NEM 695 (Entwurf) in Verbindung mit der NEM 690 beschrieben ist.

[5)] Schaltdecoder in diesem Sinn sind z.B. Steuermodul für Weiche (NEM 691) und Steuermodule für Signal (NEM692) in Verbindung mit NEM 690.

in der Lage zu erkennen bzw. zu wissen, ob eine Datenübertragung per Funk oder über das Gleis erfolgen soll.

- Über das zentrale Steuergerät kann das Fahrgerät ein(en) in einem Gleisabschnitt stehendes(stehenden) Triebfahrzeug / Zug programmieren.

3.3.7 Konfiguration der Geräte

Die Geräte sollen in einer Erstkonfiguration und bei einer gewünschten Veränderung konfiguriert werden können. In beiden Fällen fungiert das zentrale Steuergerät als Hilfsmittel. Die Erstkonfiguration umfasst nach dem Einschalten des Gerätes die Nennung einer Identität, deren Funktion und einem Satz von Parametern. Diese Daten werden im zentralen Steuergerät gespeichert und verwaltet. Bei Veränderungen kann der Nutzer über das zentrale Steuergerät das Zielgerät in einen Wartungsmodus versetzen und geänderte Parameter im Zielgerät speichern. Jederzeit, d.h. nach Außerbetriebsetzung der Anlage kann ein weiteres Gerät hinzugefügt und nach Wiederinbetriebnahme in die Verwaltung aufgenommen werden. Sollten sich doppelte Identitäten heraus stellen, so fordert das zentrale Steuergerät den Nutzer auf, ein Unterscheidungsmerkmal einzugeben.

3.3.8 Diagnose

Jedes Gerät führt nach dem Einschalten eine interne Diagnose durch. Diese soll die für das Gerät typischen Funktionen umfassen. Das Ergebnis der Diagnose wird dem zentralen Steuergerät übermittelt. Das Steuergerät im Gegenzug überprüft, ob alle Geräte sich gemeldet haben und ob deren Funktion einwandfrei ist. Das zentrale Steuergerät erstellt ein Protokoll und unterrichtet den Nutzer bei Fehlfunktion eines Gerätes. Der Nutzer kann nach Beendigung des Betriebes eine Diagnose bestimmter oder aller Geräte über das Zentrale Steuergerät anfordern.

3.3.9 Konfiguration der Anlage

Eine Anlage ist statisch und dynamisch konfigurierbar. Die statische Konfiguration kann nach Beendigung des Betriebes geändert werden. Die dynamische Konfiguration kann hingegen während des Betriebes geändert werden.

3.3.9.1 Statische Konfiguration

3.3.9.1.1 Topologie der Anlage

Ist die Funktionstüchtigkeit der Geräte und der zentralen Steuerung abgeschlossen, muss der Nutzer die Konfiguration der Anlage dem zentralen Steuergerät für den Betrieb bekannt geben. Dabei hat der Nutzer geeignete Hilfsmittel für die Zuordnung von Weichen, Signalen usw. und deren Grundstellung zu einem Gleisabschnitt. Ein Gleisabschnitt soll in Bezug auf seine Länge und der maximal zu befahrenden Geschwindigkeit definiert werden. Die Gleisabschnitte bringt der Nutzer in eine Reihenfolge und definiert damit Strecken.

Das zentrale Steuergerät überprüft dabei, ob unzulässige Zuordnungen auftreten und weist den Nutzer darauf hin. An Daten kann der Nutzer in der zentralen Steuerung darüber hinaus ablegen:

Nenngröße für die gesamte Anlage
Modellzeit für die gesamte Anlage

3.3.9.1.2 Steuerelemente

Sobald sich Schaltdecoder bzw. CoDecs auf der Anlage befinden sind Stellorgane erforderlich. Stellorgan kann ein diskretes Steuerpult, als auch ein virtuelles Steuerpult, d.h. Bildschirm oder Fenster auf dem zentralen Steuergerät sein. Ein virtuelles Stellpult kann mit den zur Verfügung gestellten Hilfsmitteln auf der zentralen Steuerung erstellt werden. Für die Zuordnung erhält der Nutzer die nötigen Hilfsmittel. Beim separaten Steuerpult wird der entsprechende CoDec aufgerufen und durch Drücken einer Taste die gewünschte Aktion zugeordnet. Beim virtuellen Stellpult wird die Zuordnung über das Zeigergerät hergestellt. Das Ergebnis wird dem Nutzer nach einem Test angezeigt. Die Zuordnungen sind beliebig oft änderbar.

Die Erweiterung eines Stellpultes mit einem Gleisbild führt zu einem Gleisbildstellpult. Dieses ist entweder diskret oder virtuell konfigurierbar. Der Nutzer wird mit den nötigen Hilfsmitteln die Gleisabschnitte einer Ausleuchtung zuordnen können. Die zentrale Steuerung soll eine Schnittstelle erhalten, mit der professionelle Produkte, z.B. ESTW, eingebunden und konfiguriert werden können.

3.3.9.2 Dynamische Konfiguration

Die dynamische Konfiguration umfasst die Erkennung und Verwaltung von Fahrzeugen und die Programmierung von Decodern. Fahrreglern zur Steuerung von Fahrzeugen können bei Zuweisung die dem Fahrzeug bzw. Zug typischen Funktionen mitgegeben werden.

3.3.9.2.1 Lok- / Funktionsdecoder

Der Nutzer kann jederzeit ein Fahrzeug in einem nicht belegten Gleisabschnitt aufgleisen und danach eine Erkennung durch das Fahrgerät anfordern. Der entsprechende Gleisabschnitt wird in den Programmiermodus versetzt und zumindest die Standardwerte werden ausgelesen. Wünschenswert sind alle Werte des Decoders über eine hinterlegte Dokumentation. Über das Fahrgerät wird eine Umsetzung vorgenommen und die Parameter werden in der zentralen Steuerung gespeichert und stehen für mögliche Änderungen zur Verfügung. Der Nutzer kann diese Parameter mit dem entsprechenden Hilfsmitteln verändern, in den Decoder zurückschreiben und für die Verwaltung mit ergänzenden Informationen, z.B. Baureihe / Betriebsnummer, versehen und in die Anlagenkonfiguration übernehmen und verwalten.

3.3.9.2.2 Digitale Fahrregler

Ergänzende Information zu einem Fahrzeug ist auch die Traktionsart. Entsprechend dieser wird bei Zuweisung zu einem Fahrregler ein definierter Satz von Funktionen und deren Belegung auf den Tasten des Fahrreglers durch das zentrale Steuergerät zugewiesen. Die Belegung kann vom Nutzer geändert werden.

3.3.9.2.3 Zugverband

Für die Zusammenstellung eines Zuges kann der Nutzer einen Namen vergeben, sowie die zu einer Lokomotive verwalteten Daten hinzufügen und – sofern vorhanden – einen Zugbus konfigurieren. Die Länge des Zuges kann der Nutzer ebenfalls mit verwalten. Das zentrale Steuergerät kann an Hand der konfigurierten Gleisabschnitte überprüfen, in welche Gleisabschnitte der Zugverband nicht passt und dies dem Nutzer anzeigen

3.3.10 Steuerung des Betriebes

Über die zentrales Steuergerät ist ein Betrieb mittels Stellpult, Gleisbildstellpult, Fahrreglern, Fahrplänen möglich.

Der Betrieb muss handgesteuert und /oder automatisch erfolgen dürfen, in der Kombination als halbautomatisch bezeichnet. Durch die Definition der Strecken ist es möglich Fahrwege zu definieren. Hierzu wird dem Nutzer das entsprechende Hilfsmittel zur Verfügung gestellt. Eine Möglichkeit besteht darin, über das virtuelle Gleisbild die Strecken zu markieren und diese einem Fahrweg zuzuordnen. Solche Fahrwege sind speicherbar, abrufbar und veränderbar. Das Fahrzeug / Zugverband wird all seinen erforderlichen Parametern von Fahrgerät zu Fahrgerät vom Start bis zum Ziel übergeben.

Fahrpläne sind im Zusammenhang mit Fahrwegen und einem Zeitdiagramm erstellbar, veränderbar und ausführbar. Dazu kann der Nutzer eine Zugnummer eingeben, löschen oder wieder aufrufen.

Das zentrale Steuergerät überprüft, ob der jeweils nächste Gleisabschnitt frei und mit welcher Geschwindigkeit er befahrbar ist und stellt die dem Gleisabschnitt zugeordneten Weichen, Signale usw.. Im Falle der Handsteuerung – typisch Rangierfahrten – muss der Nutzer dem zentralen Steuergerät die Einfahrt in besetzte Gleisabschnitte explizit mitteilen und damit eine Fahrerlaubnis bewirken. Sperrfahrten sind in analoger Weise zu erzeugen.

Besteht ein separates Gleisbildstellpult darf zwischen diesem und dem virtuellen Gleisbildstellpult jederzeit gewechselt werden. Gleiches gilt für virtuelle und an den Bus angeschlossene Fahrregler.

3.3.11 Update-Funktionen

Software-Updates für das zentrales Steuergerät und Geräte sollen nutzergeführt von einem Speichermedium oder aus dem Internet erfolgen. Nach dem Update ist eine Diagnose der jeweiligen Komponente durchzuführen und das Ergebnis dem Nutzer mitzuteilen. Mit dem Update ist auch die entsprechende Dokumentation fort zu schreiben.

4. Sonderfälle

Bei umfangreichen bzw. ausgedehnten Anlagen sollen weitere Bussysteme z.B. über Router mit jeweils einem weiteren zentralen Steuergerät möglich sein. Fahrzeuge die den Steuerungsbereich einer zentralen Steuerung verlassen werden an das nächste zentrale Steuergerät weiter gereicht.

5. Minimale Ausstattung

Die minimale Ausstattung für ein Gleisoval sollte umfassen:

- Zentrales Steuergerät
- Virtueller Fahrregler
- Fahrgerät
- Schaltnetzteil
- Verkabelungssatz



Normen Europäischer Modellbahnen

Zugbus

Anforderungen

Empfehlung **Ausgabe 2012**

1. Zweck

Diese Norm beschreibt aus Sicht des Anwenders die Forderungen, die ein Lastenheft für einen Zugbus enthalten soll.

2. Grundsatz

Abgeleitet vom Vorbild, bei welchem im UIC-Merkblatt Nr. 556 die Informationsübertragung im Zug – der Zugbus – beschrieben wird, werden nachstehend die für einen Zugbus für den Modellbahnbetrieb relevanten Funktionen beschrieben.

Informationen sind von einem beliebigen Fahrzeug eines frei gebildeten Zuges bzw. Triebzuges in ein oder mehrere andere Fahrzeuge desselben Zuges zu übertragen.

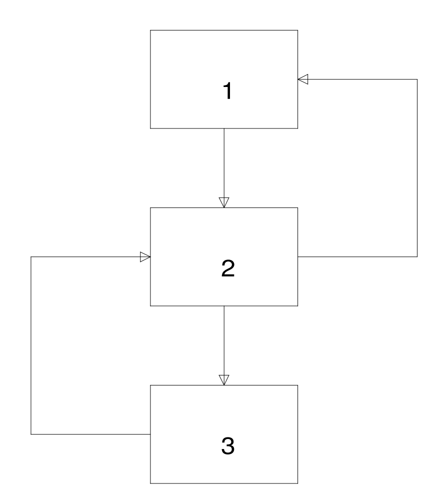
Ein Zugbus ermöglicht vermehrte und differenzierte Fernwirkmöglichkeiten, um den Betriebsablauf flüssiger zu gestalten und zusätzliche Funktionalitäten zu eröffnen.

3. Umfang der Funktionen

Fahrzeuge besitzen die Fähigkeit durch Bilden eines Busses zur Informationsübertragung von der Zugspitze bis zum Zugschluss einen Zugverband herzustellen. Der Zugverband kann die folgenden Zustände einnehmen.

Legende:

1 = Zugverband aufgelöst
2 = Zugverband betriebsbereit, steht
3 = Zugverband fährt



Die Pfeile verweisen auf die erlaubten Übergänge von einem Zustand zum anderen. Tabelle 1 beschreibt die Aktionen bei einem gegebenen Zustand und Übergang.

Tabelle 1:

Zustand / Übergang	Aktionen
1	Ausführung von Funktionen 1 Fahrzeuge entfernen bzw. hinzufügen Erkennung von Zugenden
1 > 2	Zugverband zusammen gestellt
2	Ausführung von Funktionen 2 Halten Richtungswechsel ausführen
2 > 1	Zugverband aufgelöst
2 > 3	Anfahren
3	Ausführung von Funktionen 3 Fahren
3 > 2	Bremsen Zugtrennung

Tabelle 2 beschreibt die Funktionen (x), die im jeweiligen Zustand ausgeführt werden dürfen. Eine sinnvolle Anwendung dieser NEM erfordert eine durchgängige Definition der Funktionen für alle Decoder

Tabelle 2:

Zustand	Funktion	Trieb-Zug	Einzelne Triebfahr-zeuge	Steuer-wagen	Reisezug-wagen	Güter-wagen
1	Zugverband zusammenstellen	x	x			
2	Zugverband auflösen	x	x			
1, 2, 3	Licht Fahrtrichtung ein / aus	x	x	x		
1, 2	Schlusslicht ein / aus	x	x	x	x	x
2, 3	Achtungspfiff	x	x			
1, 2, 3	Geräusche Stand, Anfahren, Fahren, Bremsen	x[2)]	x[2)]			
1	Rangiergang	x	x			
1	Rangierbeleuchtung	x	x			
1, 2	Entkuppeln	x	x			
1, 2, 3	Dampferzeuger, Abgaserzeuger, Pantograph auf / ab	x[2)], x[3)]	x[2)]			
3	Pfiff (lang)	x	x			
1, 2, 3	Innenbeleuchtung	x[2)]	x[2)]	x	x	x[4)]
1, 2	Führerstand Beleuchtung ein / aus	x	x	x		
1, 2, 3	Beleuchtung Fahrwerk, Maschinenraum		x			
1, 2, 3	Beleuchtung Feuerbüchse / Fahrpult	x[2)]	x	x		
1, 2	Luftpumpe, Kompressor	x[2)]	x[2)]			
2	Türen auf / zu	x		x	x	
2	Ansage	x	x			
2	Schaffnerpfiff	x	x			
1, 2	Luftablass	x[2)]	x[2)]			
3	Glocke	x	x			
1, 2, 3	Generator, Kohle, Hilfsaggregate	x[2)]	x[2)]			
2, 3	Sanden	x[2)]	x[2)]			
1, 2, 3	Zielanzeiger (stirnseitig)	x	x	x		
1, 2, 3	Lüfter Kühler	x[2)]	x[2)]			
3	Geräusch Kurve / Weiche	x[2)]	x[2)]			
1	Pantograph Speisewagen				x	
1, 2	Steuerung X-Achse Funktionsmodell		x[1)]			x[1)]
1, 2	Steuerung Y-Achse Funktionsmodell		x[1)]			x[1)]
1, 2	Steuerung Z-Achse Funktionsmodell		x[1)]			x[1)]

Anmerkungen:

[1] Bewegung in maximal drei Achsen
[2] Diese Funktion ist bei Betrieb mit einem Triebzug / Triebfahrzeug auf dieses Fahrzeug beschränkt, jedoch für eine Doppel- / Mehrfachtraktion und Schiebebetrieb (max. drei Fahrzeuge) erforderlich.
[3] Funktion erforderlich, wenn Pantograph und Motorwagen mit Decoder nicht in derselben Einheit untergebracht sind.
[4] Güterzug-Packwagen bzw. -Begleitwagen

4. Forderungen an die Funktionen

Mit einem Eingabegerät bzw. Steuergerät soll der Anwender den Zug zusammenstellen und dann Funktionen ausführen können, die diesen Zug betreffen. Die Zusammenstellung bleibt, bis der Anwender diese ganz auflöst.

4.1 Zusammenstellung eines Zugverbandes

Zur Zusammenstellung (Wechsel von Zustand 1 zu 2) befinden sich alle gewünschten Fahrzeuge und Wagen auf demselben Gleisabschnitt. Mit der Auswahl eines Fahrzeuges als steuerndes Element (Master) beginnt der Decoder alle im Gleisabschnitt stehenden anderen Fahrzeuge (Slaves) für die weitere Steuerung zu identifizieren und damit sich zuzuordnen. Die Masterfunktion kann nur ein Triebfahrzeug wahrnehmen.

4.1.1 Erkennung der Zugenden

Nach Registrierung aller Wagen stellt der Master die Zugenden fest. Ein Zugende wird dann festgestellt, wenn ein Fahrzeug nur an einer Seite weitere gekuppelte Fahrzeug aufweist. Der Zugverband befindet sich im Zustand 2.

4.1.2 Zusammenstellung mehrerer Triebfahrzeuge oder Triebzüge

Wird durch den Master ein Fahrzeug als Slave identifiziert, wird der Decoder des Slaves über den Zugbus mit Steuerbefehlen vom Master versorgt. Der Decoder des Slaves ignoriert Befehle (Zustand 2, 3) von der Zentrale bis zur Auflösung des Zugverbandes. Fahrzeuge, die sich zwischen der Zugspitze und dem Zugende des Zugverbandes befinden, reagieren nicht auf Funktionen zur Beleuchtung der Fahrtrichtung ohne / mit Zielanzeiger, des Spitzen- /Schlusslichtes und der Führerstandsbeleuchtung bzw. schalten diese aus.

4.2 Auflösung eines Zugverbandes

Eine Auflösung des Zugverbandes ist im Zustand 2 möglich. Über das Eingabegerät, bzw. Steuergerät löst der Anwender den Zug durch Ansprechen des Decoders (Master) auf. Danach befindet sich der Zugverband im Zustand 1.

5. Technische Voraussetzungen

5.1 Leistungsübertragung

Die Leistungsversorgung der Fahrzeuge zum Ausführen von Funktionen erfolgt über das Gleis.

5.2 Informationsübertragung

Die Informationen auf dem Zugbus dürfen über das Gleis, bevorzugt über Funk[5], durch induktive oder kapazitive Kopplung zwischen Fahrzeugen übertragen werden. Innerhalb einer Nenngröße ist nur eine Art der Übertragung zulässig.

[5] Die für diese Art der Übertragung zugelassenen Frequenzbereiche sind zu beachten. Die Nutzung von Bluetooth stellt eine internationale Nutzung sicher.

6. Betriebliche Sicherheit

Die Decoder in den einzelnen Fahrzeugen führen unter Beachtung des Zustandes des Zugverbandes nur die Funktionen aus, für die sie ausgerüstet sind. Funktionen, für die sie nicht ausgerüstet sind oder dem Zustand widersprechen, werden ignoriert ohne eine Betriebsstörung zu verursachen.

Der Decoder (Master) muss melden, wenn eine unbeabsichtigte Trennung des Zuges erfolgt ist. Befindet sich ein Zugverband im Zustand 3, leitet er diesen durch Bremsen in den Zustand 2 und durch einen anschließenden Stopp in den Zustand 1 über.

Inhalt

1. Zweck der Norm

Diese Empfehlung weist auf Vorschriften zur elektrischen Sicherheit hin, die bei der Teilnahme mit Modellbahnanlagen an öffentlichen Ausstellungen durch den Aussteller/Veranstalter einer Modellbahnausstellung einzuhalten sind, um

- elektrische Unfälle von Besuchern und Anlagenbedienern zu vermeiden,
- Haftungsansprüche an Aussteller und Ausstellungsorganisatoren gemäß CE (EU-Richtlinie) zu vermeiden und
- schädliche elektrische Einwirkungen durch Material, das nicht den geltenden Normen von EN und CE entspricht, zu vermeiden.

2. Anforderungen an Ausstellungsräume

Die in den Ausstellungsräumen zur Nutzung durch die Aussteller/Veranstalter bestimmten stationären elektrischen Installationen müssen den geltenden Vorschriften und den von den Ausstellern/Veranstaltern geforderten Betriebsbedingungen entsprechen.

Die Verantwortung für die Einhaltung der Sicherheitsnormen bei den festen Elektro-Installationen der Ausstellungsräume trägt der Eigentümer und/oder Verwalter und/oder Inhaber der tatsächlichen Gewalt über die Räume.

Die Aussteller teilen dem Verwalter der Ausstellungsräume vor der Ausstellung ihre geforderten Betriebsbedingungen mit.

Vor der Installation der Modellbahnanlage sind dem Aussteller vom Verwalter der ordnungsgemäße Zustand und die Einhaltung der geforderten Betriebsbedingungen verbindlich zu bestätigen.

Die sich aus dem Publikumsverkehr ergebenden bauordnungsrechtlichen Anforderungen und Sicherheitsvorschriften sind unbeschadet dieser Norm einzuhalten (Rettungswege, Notausgänge).

Zu Ausstellungen in Zelten und Fahrzeugen siehe auch Ziffer 9.

3. Gefahren des elektrischen Stroms

Das Berühren von unter Spannung stehenden, offenen Leitern und Klemmen einer elektrischen Installation ist lebensgefährlich. Zu deren Verhinderung haben die Gesetzgeber umfangreiche Sicherheitsvorschriften erlassen. Als **lebensgefährlich** gelten Spannungen aus dem in Abschnitt 4. beschriebenen **Spannungsbereich II**.

In der Regel werden schädliche Ströme durch den menschlichen Körper (elektrischer Schlag) durch Berührung lebensgefährliche Spannung führender Körper bzw. Teilen von Stromkreisen bewirkt oder durch Eintreten eines Fehlers an einem elektrisch betriebenen Gerät (Bild 1).

Bei der Gesamtgestaltung der Modellbahnanlage muss gesichert werden, dass den Besuchern jede mögliche Berührung der Gleisanlage (SELV-Stromkreise, siehe 4.3b) und von geerdeten Objekten, wie Metallgehäuse, Träger, Gestelle usw. durch Abdeckung oder Einhaltung von Sicherheitsabständen verhindert werden.

Besuchern ist der Zugang nur im solchermaßen gesicherten Bereich zu erlauben.
Für Anlagenbediener gelten Bedingungen nach Abschnitt 10.

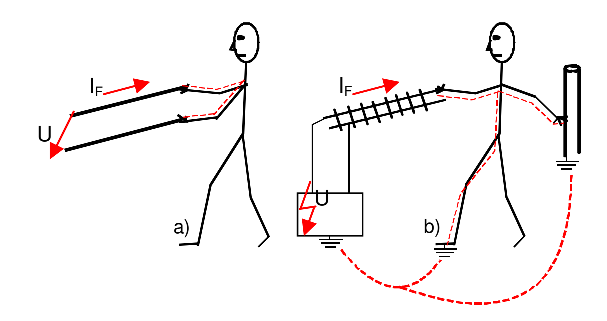


Bild 1: Entstehung von zwei häufigen Formen elektrischer Unfälle,

a) durch Anfassen von zwei unter lebensgefährlicher Spannung stehenden Leitern (der Fehlerstrom I_F fließt von Hand zu Hand über den Körper),
b) durch einhändiges Anfassen eines unter einer gefährlichen, durch ein fehlerhaftes Gerät hervorgerufenen Spannung U stehenden Leiters (hier als Modellbahngleis dargestellt) bei gleichzeitiger Berührung eines geerdeten Leiters (der Fehlerstrom I_F fließt von Hand zu Hand oder Hand zu Fuß über den Körper). In beiden Fällen fließt der Fehlerstrom über die Herzgegend.

4. Spannungsbereiche

Die eingesetzten elektrischen Spannungen werden in 2 Bereiche (CENELEC HD193) eingeteilt (bei Gleichstrom **ohne Restwelligkeit** gemessen):

Bereich I:	**Gleichstrom (DC)**	**U ≤ 120 V**
	Wechselstrom (AC)	**U ≤ 50 V**
Bereich II:	**Gleichstrom (DC)**	**120 V < U ≤ 1500 V, (zwischen Leiter und Erde ≤ 900 V)**
	Wechselstrom (AC)	**50 V < U ≤ 1000 V (zwischen Leiter und Erde ≤ 600 V)**

4.1 Niederspannung

Die in Europäischen Energienetzen für die Versorgung von Haushalten und Gewerbe verwendeten Spannungen gehören in den Bereich II und werden hauptsächlich als geerdetes Netz mit 400 V Dreiphasen-Wechselstrom (Drehstrom) bzw. 230 V Einphasen-Wechselstrom betrieben. Spannungen aus diesem Bereich werden als Niederspannungen bezeichnet.

4.2 Kleinspannung

Spannungen aus dem Bereich I werden als Kleinspannung bezeichnet.

Kleinspannung ist zu verwenden, wenn ein Schutz gegen Berührung von unter Spannung stehenden Teilen von elektrischen Anlagen nicht oder nur ungenügend möglich ist.
Auswirkungen von elektrischen Schlägen auf den menschlichen Körper sind gering oder nicht bemerkbar.

4.3 Schutzkleinspannung mittels PELV und SELV

Schutzkleinspannung ist begrenzt auf 25 V AC und 60 V DC
Man unterscheidet zwei Arten der Schutzkleinspannung:

a) Geerdete Schutzkleinspannung
PELV (protective extra low voltage), Stromkreise mit geerdetem Schutzleiter **PE** oder Erde verbunden. Bei normalen, trockenen Umgebungsbedingungen ist ein Schutz gegen direktes Berühren (Basisschutz) nicht notwendig, wenn deren Körper und/oder aktiven Teile sicher mit dem Schutzleiter verbunden sind.

b) Potentialfreie, nicht geerdete Schutzkleinspannung
SELV (separated extra low voltage). Bei normalen, trockenen Umgebungsbedingungen ist ein Schutz gegen direktes Berühren (Basisschutz) nicht notwendig.

Die vorstehenden Maßnahmen gehören zur Schutzklasse III

4.4 Beschränkte Schutzkleinspannungsbereiche

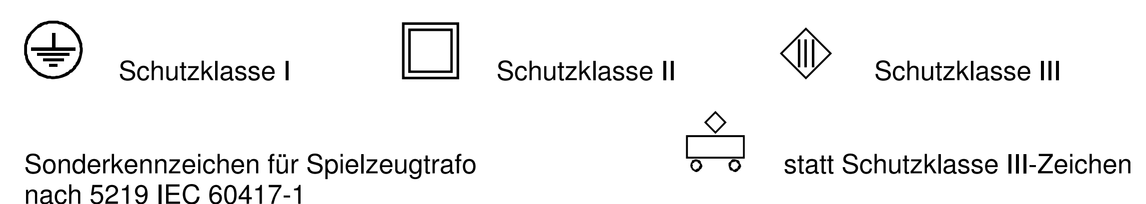
Der Schutzkleinspannungsbereich wird zusätzlich eingeschränkt, wenn die Spannungen zum Betrieb von Anlagen mit besonderen Gefährdungen dienen und bei denen nicht isolierte (metallisch blanke) Leiter und/oder Anlagenteile direkt berührbar sind.

Speziell für Spielzeuge wird der Kleinspannungsbereich beschränkt:

Gleichstrom **U ≤ 33 V**

Wechselstrom **U ≤ 25 V**

4.5 Kennzeichen der Schutzklassen



5. Bei Modellbahnen anzuwendende Spannungs-Kategorie und Schutzklasse der Transformatoren

Modellbahnen gelten nach [5] (siehe 6.2) juristisch als elektrisches Spielzeug. Deshalb unterliegen sie den gesetzlich vorgeschriebenen Schutzmaßnahmen.

Die als Stromversorgung zu den Fahrzeugen dienenden Schienen der Modellbahn sind offene Leiter, die berührt werden können. Für den Betrieb von Modellbahnen ist deshalb die **ausschließliche Verwendung von SELV** mit **beschränkten Spannungsbereichen** gesetzlich vorgeschrieben.

Die für die Stromversorgung erforderlichen SELV-Spannungen werden in der Regel mit Transformatoren erzeugt, die mit Niederspannung 230 V betrieben werden. Diese Transformatoren müssen der **Schutzklasse II** für elektrische Geräte entsprechen.

6. Zu beachtende Vorschriften, Normen und technische Regeln

6.1 Spielzeugtransformatoren, Stromversorgungsgeräte mit Transformatoren

Spielzeugtransformatoren und Stromversorgungsgeräte mit Transformatoren (nachstehend als „Transformator" bezeichnet) dürfen Wechsel- oder Gleichspannung oder beides erzeugen.

Ihre maximalen Betriebswerte betragen:

Eingangsspannung	**U_E = 250 V**
Ausgangsscheinleistung	**P_A = 200 VA**
Ausgangsstrom	**I_A = 10 A**

Sie müssen entsprechend [5] und [6] (siehe 6.2) an ihren Ausgängen ausschließlich SELV erzeugen und mit dem Bildzeichen gemäß 5219 IEC 60417-1 gekennzeichnet sein (siehe 4.5).

Erzeugen Transformatoren oder Stromversorgungsgeräte mehrere Ausgangsspannungen, so darf deren Summe die oben genannten Strom- und Leistungs-Werte nicht überschreiten.

Die einzelnen Ausgangsspannungen müssen voneinander galvanisch getrennt sein.

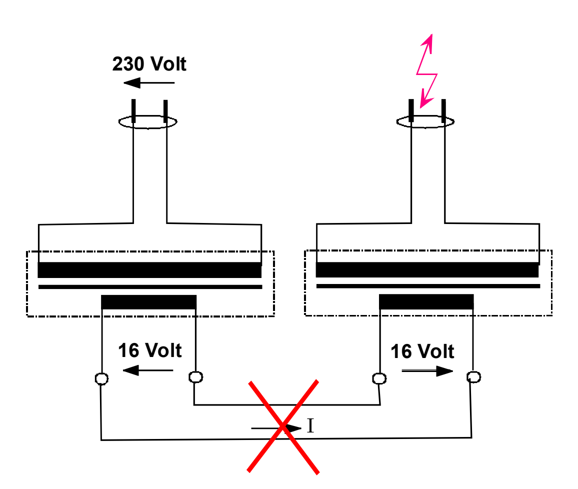
Die Ausgänge müssen gegen Überstrom und Kurzschluss gesichert sein.

Wechselspannungen, die für mehrere Anlagenteile benötigt werden, dürfen nur dann aus einem einzigen Transformator bereitgestellt werden, wenn sein zulässiger Strom nicht überschritten wird.

Alle Transformatoren bzw. Stromversorgungsgeräte für die Erzeugung der SELV müssen entsprechend den Vorschriften zugelassen sein (s. Ziffer 4.5) und die entsprechenden Prüfsiegel tragen (siehe nationales Beiblatt).

Verboten ist die Reihen- oder Parallelschaltung der Ausgänge mehrerer Transformatoren. Wegen möglicher Nichtphasengleichheit entstehen Kurzschlüsse oder Spannungsüberhöhungen

Zusätzlich besteht die Gefahr der Entstehung lebensgefährlicher Spannungen (siehe Bild 2)!



Verbotene Schaltungsanordnung!

Bild 2: Das Bild zeigt die Entstehung lebensgefährlicher Spannungen durch Rücktransformation an sekundärseitig parallel geschalteten Transformatoren, wenn nur ein Transformator am Niederspannungsnetz betrieben wird und die Anschlüsse des zweiten Transformators frei zugänglich sind.

6.2 Vorschriften für die Niederspannungs-Stromversorgung

Die Stromversorgung aus Niederspannungsnetzen unterliegt gesetzlich festgelegten Vorschriften, Normen und technischen Regeln.

Die für die Stromversorgung von Ausstellungs-Modellbahnanlagen wesentlichen Vorschriften sind nachstehend aufgelistet, ihre Vollständigkeit ist nicht garantiert.

Es gilt immer die jeweils aktuelle Ausgabe.
Offene Fragen oder Unklarheiten sind durch Hinzuziehung von geprüften Fachkräften zu klären.

[1] „Errichten von Niederspannungsanlagen“, Normen der Reihe HD 384, HD 60364
[2] „Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 4-41: Schutzmaßnahmen - Schutz gegen elektrischen Schlag“ HD 60364-4-41
[3] „Elektrische Anlagen von Gebäuden Teil 7-711: Anforderungen an Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Ausstellungen, Shows und Stände“ HD 384.7.711 S1
[4] „Sicherheit elektrischer Geräte für Hausgebrauch und ähnliche Zwecke“ EN 60335-1
[5] „Elektrische Spielzeuge – Sicherheit“ EN 62115
[6] „Schutz gegen elektrischen Schlag – Gemeinsame Anforderungen für Anlagen und Betriebsmittel“ EN 61140

CE-Richtlinien, Haftbarkeits- und Sicherheitsrichtlinien in elektrischer Hinsicht.

6.3 Nationale und örtliche Vorschriften

In einzelnen Ländern gelten unter Umständen zusätzliche oder abweichende Vorschriften. Diese sind in jedem Fall zu beachten.

Nationale, regionale bzw. örtliche Abweichungen von den in 6.2 genannten Vorschriften sind von den Landesverbänden in einem nationalen **Beiblatt zu NEM 609 „Nationale Vorschriften zur Sicherheit von Modellbahnanlagen“** zu dokumentieren.

7. Aufbau der Niederspannungs-Verteilung für Modellbahnanlagen

7.1 Grundsätzlicher Aufbau

Es darf davon ausgegangen werden, dass die ortsfesten elektrischen Gebäudeinstallationen den am Ort gültigen Vorschriften entsprechen. Zuständig hierfür ist der Verwalter des Gebäudes (siehe Ziffer 2).

Vom Aussteller zu überprüfen sind:

a) Strom-Belastbarkeit der Steckdosen:

In der Regel max. 16 A, in einzelnen Ländern weniger (siehe nationale Beiblätter)

b) Fehlerstrom- und Überstromschutz

Jede Gebäude-Steckdose bzw. Steckdosen-Gruppe muss entsprechend den zulässigen Belastungen mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) und Überstromschutz-Einrichtungen ausgestattet sein, letzterer auch als Leitungsschutz bezeichnet, (Bild 3).

Maximaler Auslösestrom der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD): $I_F \leq 0{,}03$ A (30 mA)

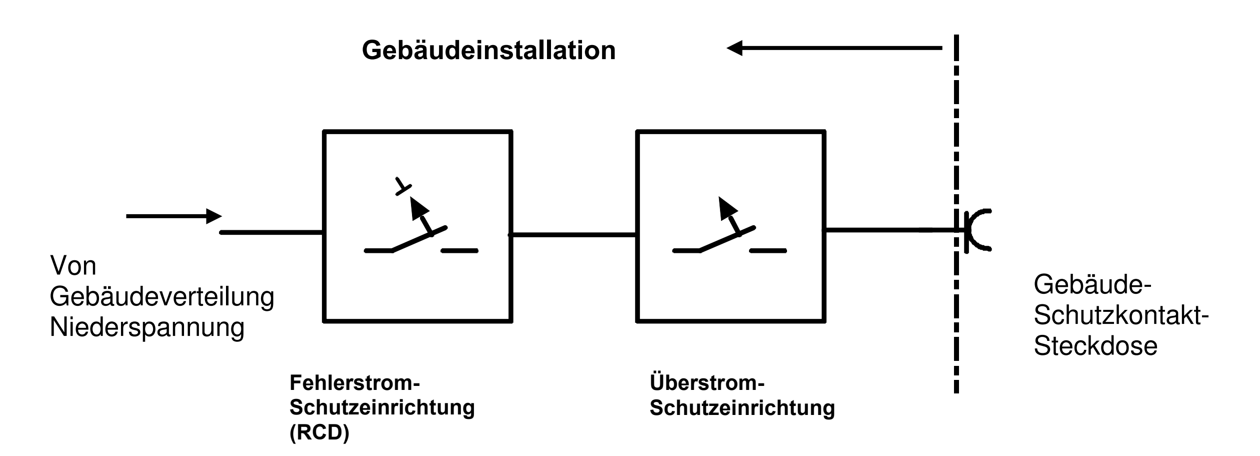


Bild 3: Mindestausstattungen einer Gebäudesteckdose für den Anschluss der Stromversorgungsgeräte von Modellbahnanlagen.

Empfehlung:

Zusätzlich sollte eine zweite, nachgeschaltete Überstromschutz-Einrichtung direkt vor den Geräten vorgesehen werden, dessen Auslösewert auf das zu schützende Gerät abgestimmt ist.

Für die Stromverteilung sind handelsübliche Schutzkontakt-Steckerelemente aus Kunststoff mit den Leitern **L**, **N** und Schutzleiter **PE** zu verwenden.

Die Steckdosen dürfen als Gruppe installiert sein. Die Gesamtbelastung dieser Gruppe darf die zulässigen Werte nicht überschreiten.

Befinden sich die Ausstellungsanlagen in feuchten Räumen, so müssen Niederspannungs-Feuchtrauminstallationen (Schutzart IP44 oder höher) verwendet werden.

NOT-AUS-Schalter

Ein „NOT-AUS"-Schalter ermöglicht im Gefahrenfall die schnelle Abschaltung der Modellbahnanlage vom Niederspannungsnetz.

Im Idealfall sind die Stromkreise der Gebäude-Steckdosen mit Ein-/Ausschalt-Einrichtungen (Schützsteuerung), die ferngesteuert werden kann, ausgestattet. Eine solche kann bei Erfordernis durch Fachkräfte nachträglich installiert werden.

Für die Fernsteuerung des NOT-AUS-Schalters darf keine Fremdspannung verwendet werden.

Das „NOT-AUS" darf weder die Raumbeleuchtung noch Notausgangsanzeigen beeinflussen.

Eine Alternative zur ferngesteuerten NOT-AUS-Funktion ist ein gut erreichbarer, gekennzeichneter Notschalter[1], mit dem die Gebäude-Steckdosen bzw. Steckdosen-Gruppen eines Raumes spannungslos geschaltet werden können.

Abschaltbare Steckdosen oder Steckdosenleisten ermöglichen örtlich begrenzte (z. B. auf Teile der Modellbahnanlage) Notabschaltungen

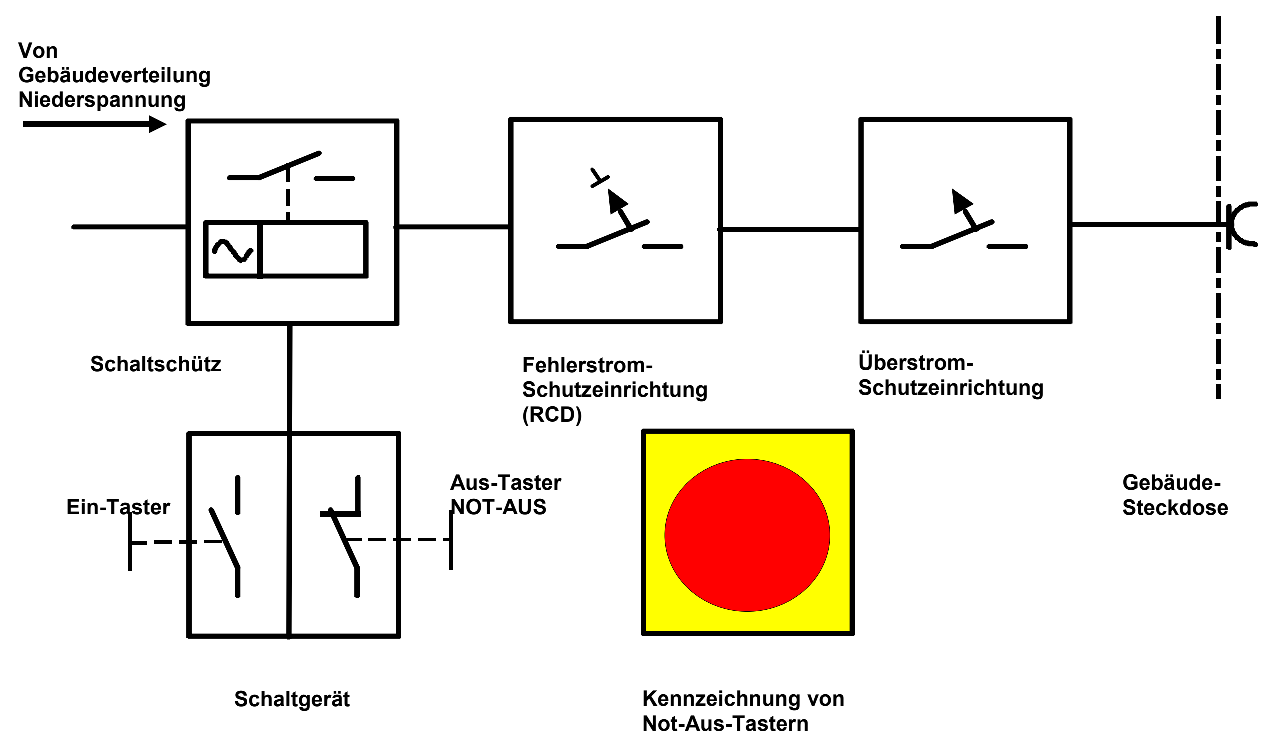


Bild 4: Blockschaltbild der Gebäude-Installation der Gebäude-Steckdosen bzw. Steckdosengruppe mit zusätzlicher Ein-/Ausschalt-Einrichtung und mit NOT-AUS-Funktion

[1] Kennzeichnung gemäß EN ISO 13850 „Sicherheit von Maschinen – Not-Halt – Gestaltungsleitsätze" Der Schalter besitzt ein rotes Betätigungselement auf gelbem Grund. Die häufigste Bauart sind Pilztaster.

Weitere Grundsätze

Niederspannungsinstallationen an der Modellbahnanlage sind verboten. Das gilt auch für Kleinspannungen über den zugelassenen Werten für Schutz-Kleinspannung.

Bei Einsatz von elektronischen Baugruppen und Geräten empfiehlt sich die Zwischenschaltung einer Überspannungs-Schutzeinrichtung (Feinschutz) direkt an der Gebäudesteckdose.

7.2 Anschluss an eine einzelne Gebäude-Steckdose (Bild 5)

a) Einzelanschluss der Stromversorgung der Modellbahnanlage

Die Transformatoren werden an eine einzelne Gebäudesteckdose angeschlossen (siehe Bild 5a).

b) Anschluss mehrerer Transformatoren an eine Gebäude-Steckdose

Mehrere Transformatoren werden mittels Mehrfach-Steckdosenleisten angeschlossen (siehe Bild 5b)

Mehrfach-Steckdosenleisten mit Steckdosen der Schutzart IP 20 dürfen nur in vertikaler oder in Unter-Tisch-Montage verwendet werden.

Steckdosen in den Mehrfach-Steckdosenleisten sollen unabhängig von den Netzsteckern der verwendeten Geräte Schutzkontaktsteckdosen sein, um den Schutzleiter an den Steckdosen zur Verfügung zu haben. Handelsübliche Steckdosenleisten, die auch flache Steckdosen für Schutzklasse-II-Geräte enthalten, sind bei sachgemäßem Gebrauch zulässig.

Kaskaden von mehreren Steckdosenleisten (in Serie) sollten vermieden werden, da möglicherweise Belastungsgrenzen nicht erkennbar sind.

Mehrfachsteckdosen mit fest integriertem Stecker sind verboten.

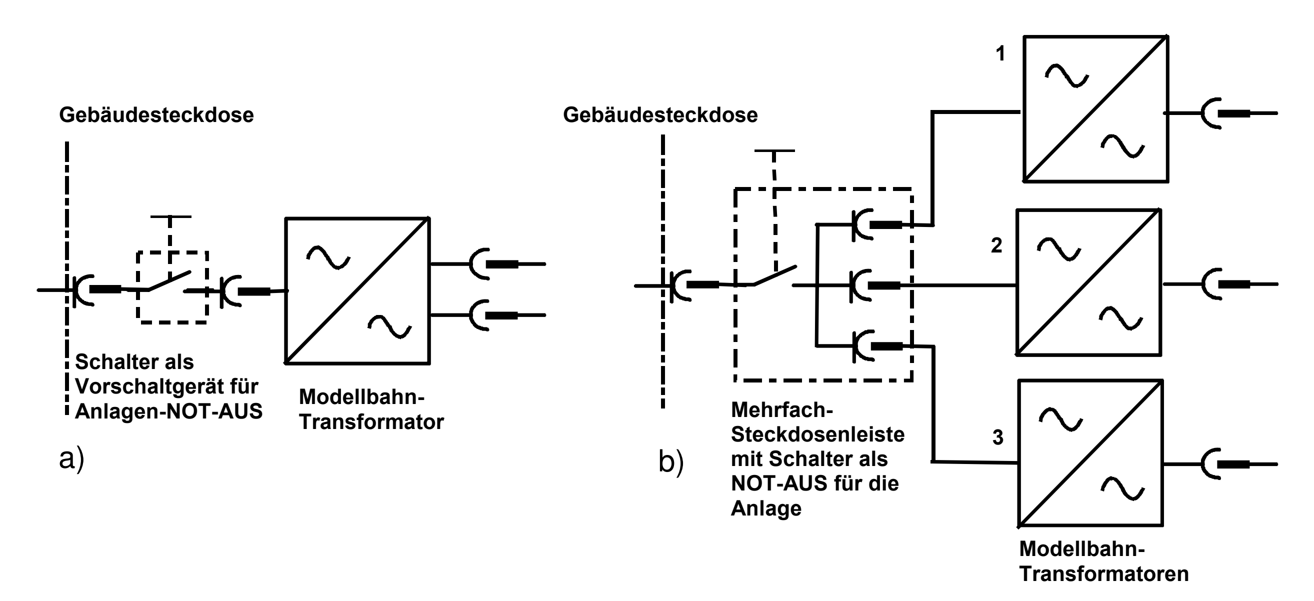


Bild 5: Anschluss von Modellbahn-Transformatoren bzw. –Stromversorgungsgeräten an die Gebäude-Steckdose a) einzeln mit Vorschaltgerät, b) mit abschaltbarer Mehrfach-Steckdosenleiste für Not-AUS-Funktionen (die Schaltungsprinzipien gelten auch für komplexere Modellbahn-Stromversorgungsgeräte).

c) Anschluss mehrerer Transformatoren an eine Gebäude-Steckdosen-Gruppe

Dieser Betriebsfall entspricht prinzipiell den Fällen a, b), vervielfältigt durch die Benutzung mehrerer dieser Anordnungen an mehreren Steckdosen einer Gebäudesteckdosengruppe.

7.3 Anschluss an mehrere Gebäude-Steckdosen-Gruppen

Eine größere Anzahl von Transformatoren bedingt den Anschluss an mehrere Gebäude-Steckdosen-Gruppen (Parallelbetrieb von mehreren Schaltungen wie Bild 5b).

Hierbei kann der Fall eintreten, dass zwecks gleichmäßiger Lastverteilung die Steckdosen-Gruppen auf verschiedene Phasen des Wechselstromnetzes verteilt sind.

Die von verschiedenen Steckdosen gespeisten Stromkreise müssen voneinander sicher getrennt sein.

8. Aufbau der Anlagen-Stromversorgung mit Schutz-Kleinspannung (SELV)

8.1 Grundsätze

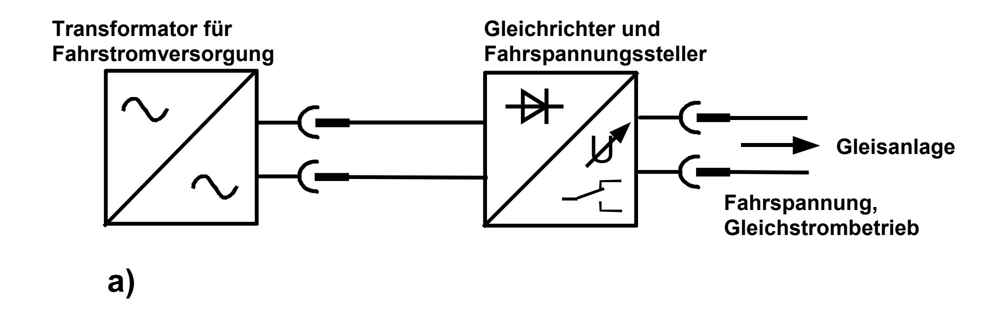
- Die Stromversorgung von Modellbahnanlagen mit SELV erfolgt aus mindestens zwei verschiedenen Quellen:
  a) einer für die Erzeugung des Fahrstromes für Fahrzeuge
  b) einer für das verschiedene Modellbahn-Zubehör (Weichen, Signale und anderes).
- SELV-Leitungen dürfen sich niemals in einem Kabel, Kabelbaum oder Kabelbündel befinden, in dem auch Niederspannung führende Leitungen enthalten sind.
- SELV-Leitungen müssen isoliert und so verlegt werden, dass sie keine Berührung von Niederspannungsleitungen erhalten.
- SELV-Leitungen oder -Adern in Kabeln bzw. Leitungsbündel müssen der maximalen Strombelastung entsprechen und ihr Leiterquerschnitt muss unter Berücksichtigung ihrer Länge ausreichend dimensioniert sein. Andernfalls besteht Brandgefahr durch Überhitzung.
- Es ist verboten, für die Verbindung von SELV-Leitungen Verbindungselemente der 230 V-Niederspannungs-Technik zu verwenden.
- Die SELV-Betriebsspannungen dürfen zentral erzeugt und direkt zu verschiedenen Anlagenteilen geleitet werden.
- Die Durchleitung von AC-Schutz-Kleinspannungen von einem Modul zu einem benachbarten Modul darf nur im Nahbereich des einspeisenden Moduls erfolgen. Dabei verwendete lösbare Leitungs-Verbindungselemente müssen verpol- und vertauschungssicher sein. Für die Einspeisung der AC-Schutz-Kleinspannungen darf nur ein Transformator (eine Sekundärwicklung) verwendet werden. Die Durchleitung der AC-Schutz-Kleinspannungen durch große Modulanlagen und die Einspeisung an mehreren Stellen des Leitungszuges (Stammleitung) sind nicht zulässig (siehe 6.1)! Leitungsquerschnitte und Belastbarkeit der Verbindungselemente müssen den zulässigen Strömen angepasst sein.
- Leiter in Kleinspannungsnetzen dürfen **keinesfalls** die Kennfarbe Grün-Gelb tragen.

8.2 Prinzip-Schemata

8.2.1 Fahrstromversorgung

In Bild 6 sind die Prinzipien der Fahrspannungserzeugung mittels Transformatoren und Gleichrichterschaltungen dargestellt.

Bei Verwendung mehrerer Stromversorgungsgeräte dürfen die Speiseabschnitte der einzelnen Geräte nicht zusammengeschaltet werden.



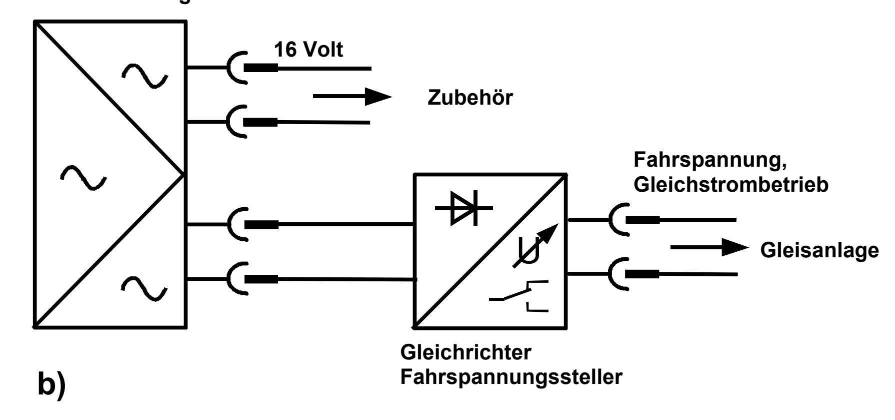


Bild 6: Erzeugung von Fahrspannungen aus Wechselspannung durch Gleichrichtung und Stellen der Gleichspannung bei Gleichstrombetrieb, a) aus Transformator für Fahrspannungen, b) aus kombiniertem Transformator mit 2 galvanisch getrennten Sekundärwicklungen (je eine für Fahrspannung und Zubehörspannung).

8.2.2 Stromversorgung für Zubehör

Mehrere Zubehör-Objekte werden entsprechend Bild 8a) an eine Stammleitung parallel angeschlossen. Jede Stammleitung ist durch den Überstromschutz des speisenden Transformators geschützt.

Bild 7 zeigt die Prinzipschaltung für mit Wechselstrom betriebenes Zubehör, wie Weichen, Signale und anderes Modellbahn-Zubehör.

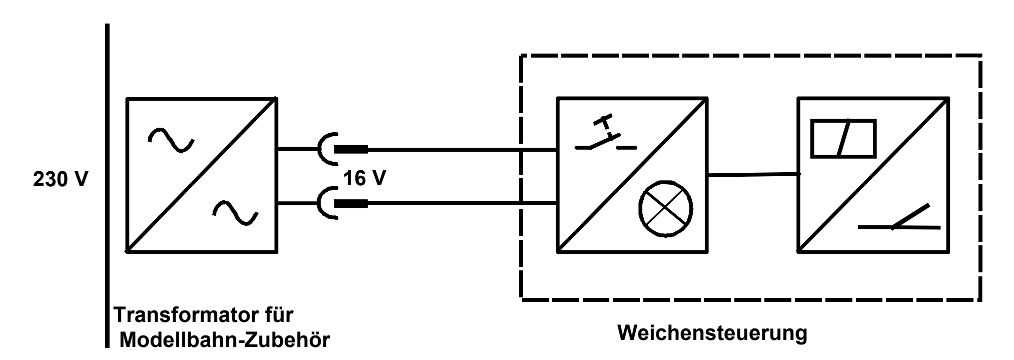


Bild 7: Prinzipschaltung für mit Wechselstrom betriebenes Zubehör, wie Weichen, Signale und anderes Modellbahn-Zubehör.

Mehrere Zubehör-Objekte werden entsprechend Bild 8a) an eine Stammleitung parallel angeschlossen. Jede Stammleitung ist durch den Überstromschutz des speisenden Transformators geschützt.

Für die Stromversorgung von Anlagenteilen bzw. Modulen ist die Aufteilung der Stammleitung in Zweigleitungen (Bild 8b) sinnvoll.

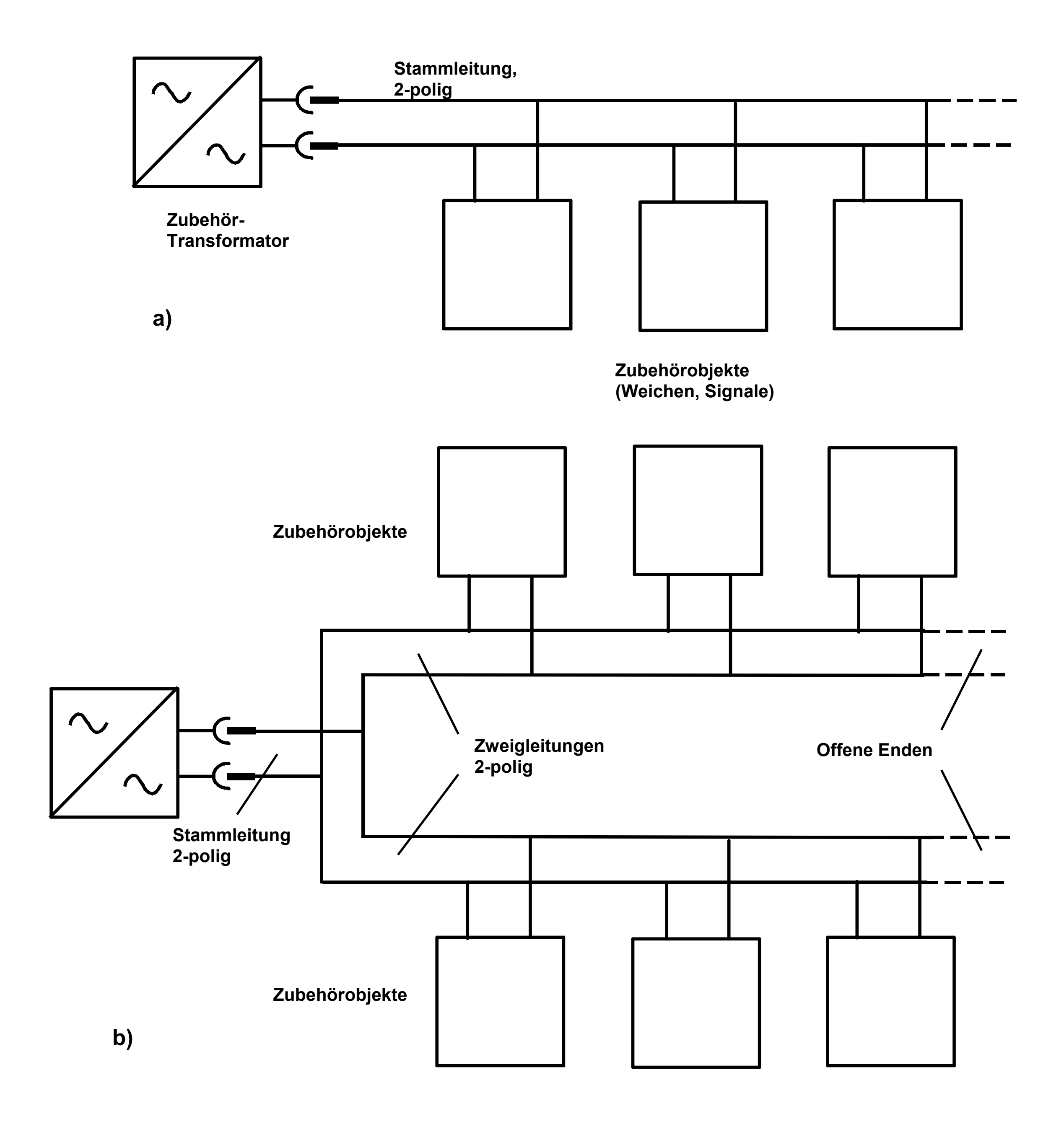


Bild 8: Varianten der Stromversorgung von Zubehörobjekten, a) alle Objekte werden über eine 2-polige Stammleitung gespeist, b) alle Objekte werden mittels von der Stammleitung abgehenden Zweigleitungen gespeist.

Haupt-Zweigleitungen dürfen weiter verzweigt werden (Nebenzweige).

Bei umfangreichen Anlagen können sich mehrere einspeisende Transformatoren an verschiedenen Orten befinden.

Verschiedene Leitungszweige dürfen nicht untereinander leitend verbunden werden (Zweig-Ende stets offen, da Gefahren nach 6.1 bestehen!).

Die häufig angewendete Methode der Bildung eines **„Gemeinsamen Rückleiters mit gemeinsamem Bezugspotential“** (GND, Masseleiter) ist wechselstromseitig **nur im Bereich einer Stammleitung und ihrer Zweigleitungen zulässig**. Dieser Leiter ist bei der Stammleitung und den Zweigleitungen verwechslungsfrei zu kennzeichnen.

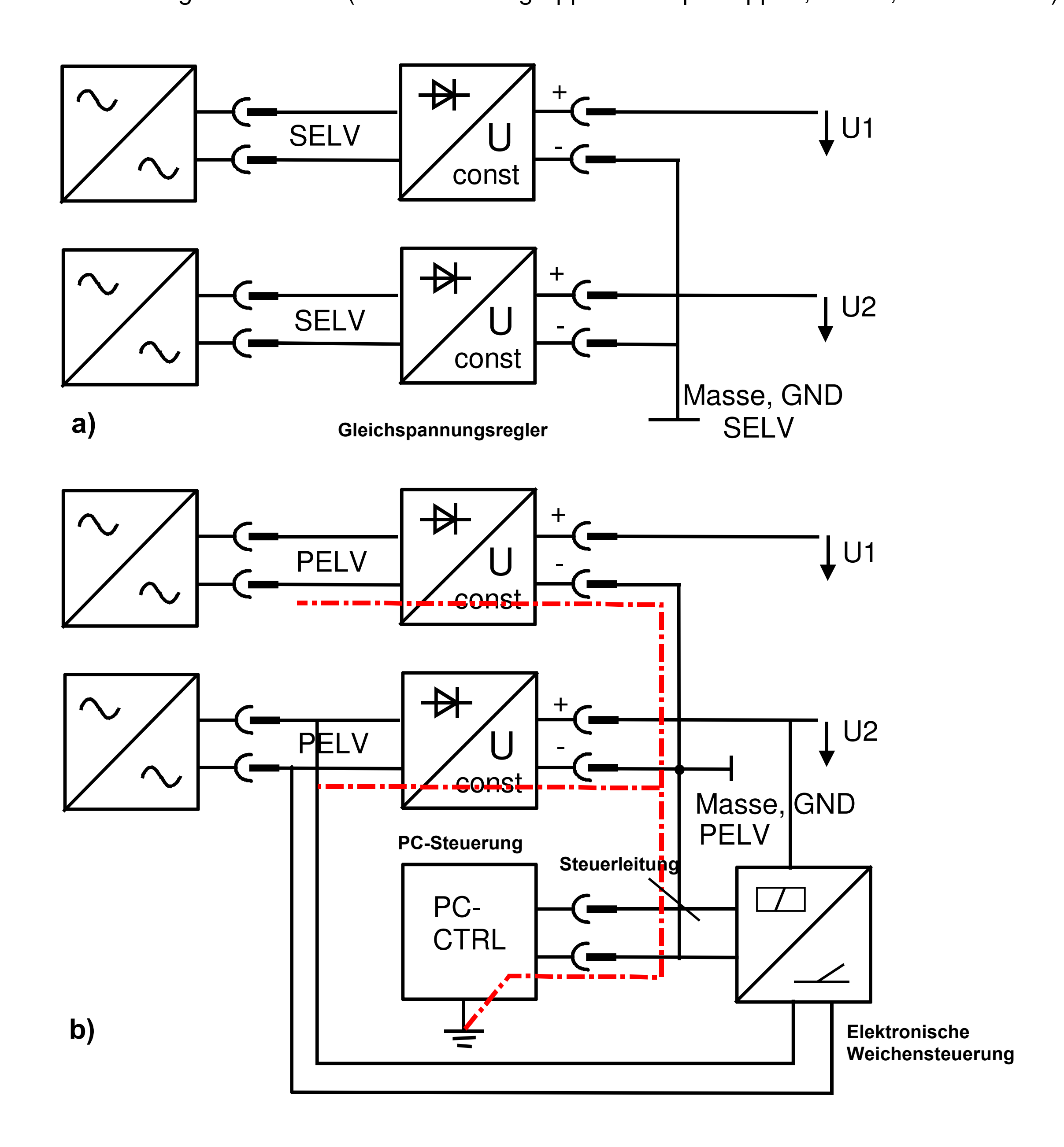
8.2.3 Stromversorgung für elektronische Baugruppen

Die Betriebsspannungen für elektronische Baugruppen werden mit Gleichrichter- und Regler-Schaltungen zwecks Stabilisierung erzeugt.

Die Gleichstromkreise dürfen einen gemeinsamen Masseleiter (GND) besitzen (Bild 9a).

Dabei können die Gleichstromkreise potentialfrei (SELV) und geerdet (PELV) verwendet werden. Letzteres ist bedingt durch den Gebrauch von PC- oder anderen Steuerungen, die einen geerdeten Masseleiters (GND) besitzen.

Werden Gleichspannungen für elektronische Komponenten aus der SELV erzeugt und gemeinsam mit dem Zubehör betrieben, so entsteht bei Vorhandensein von PELV-Komponenten ein (geerdeter) PELV-Betrieb (Bild 9b). Diese Stromkreise müssen gegen Berührung geschützt und von den übrigen SELV-Stromkreisen galvanisch getrennt sein. Die günstigste Variante, Potentialfreiheit herzustellen ist, die PC- oder anderen Steuer-Komponenten galvanisch getrennt in die SELV-Schaltung einzubinden (Zwischen-Baugruppen mit Optokoppler, Relais, siehe Bild 9c)



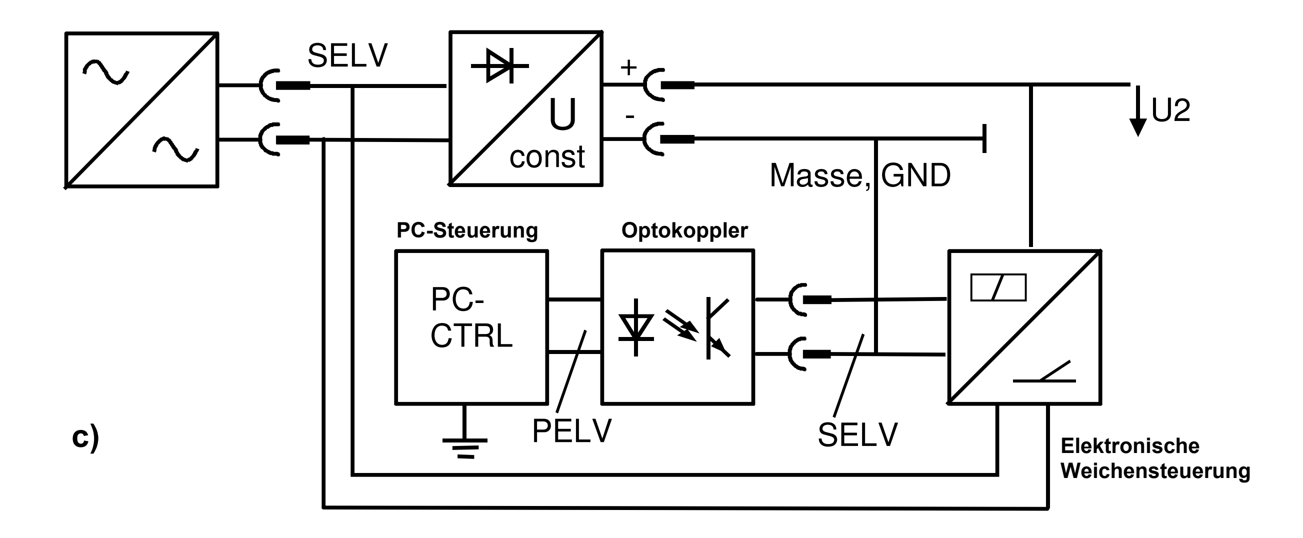


Bild 9: Drei Varianten der Versorgung von für elektronische Komponenten mit Gleichstrombetrieb aus der Zubehörspannung, hier am Beispiel einer elektronisch steuerbaren Weiche, unter Berücksichtung des Einflusses auf SELV- und PELV-Betrieb:
a) nur die Erzeugung zweier Gleichspannungen aus zwei Wechselstromquellen,
b) die Situation in Bild a) unter Verwendung einer PC-gesteuerten Komponente mit PELV-Betrieb (unzulässige Schaltung),
c) die gleiche Situation unter Verwendung von Optokopplern mit Potentialtrennung (galvanische Trennung). Die Strich-Punkt-Linie in Bild 9b) zeigt die Einkopplung des Erdpotentials über die Gleichrichter-Schaltungen und die Umwandlung der SELV in PELV!

8.3 Besonderheiten bei digitalen Mehrzug-Steuerungen

Neben den unter 8.2.3 beschriebenen Bedingungen der Einbindung von Gleichstromversorgung in die Zubehörstromkreise und deren Auswirkungen sind bei Verwendung von elektronischen Komponenten weitere Bedingungen zu beachten.

- Besonderheiten der Geräte aus der PC-Technik sind zu beachten und erfordern zusätzliche Schutzmaßnahmen (Maßnahmen zur galvanischen Trennung).
- Leistungsstufen (Booster) dürfen die zulässige Strombelastbarkeit 10 A (nach 6.1) nicht überschreiten, da sie entsprechende Transformatoren benutzen müssen.
  Booster mit großer Stromergiebigkeit (> 3 A) sind für den Betrieb auf Modellbahnanlagen mit kleinen Nenngrößen unsicher, da bei Kurzschluss wegen bestimmter Teilwiderstände in Leitungen und Gleisen der Anlage (gegebenenfalls im Bereich mehrerer Ohm), kein sicheres Abschalten erreicht wird. Dadurch besteht Überhitzungs- bzw. Brandgefahr und Zerstörung von Funktionselementen.

Empfehlung: Um a) die Fehlersuche erleichtern, b) die Kurzschlusswirkungen verringern und c) die in Gleisabschnitten abgestellten Fahrzeuge von der Stromaufnahme abschalten zu können, sollten Leistungsstufen (Booster) mit **Ein-/Ausschaltfunktion** und geringerer Stromergiebigkeit (ca. 3 A bei kleinen Nenngrößen) verwendet werden. Ihre Zuordnung zu Gleisabschnitten sollte möglichst vorbildähnliche Betriebsabläufe berücksichtigen.

8.4 Dokumentationen der Anlagenstromversorgung

Zur Erleichterung von Erweiterungsarbeiten, der Fehlersuche und schnellen Beseitigung von Störungen ist die Stromversorgungsanlage mit Schaltplänen gut zu dokumentieren. Die Schaltungsunterlagen sind gut zugänglich zu deponieren.

9. Ausstellung in Zelten und Fahrzeugen

9.1 Anforderungen an den Ausstellungsraum

Ausstellungsräume in Zelten und Fahrzeugen müssen den Bedingungen für Publikumsverkehr entsprechen. Es gelten die bauordnungsrechtlichen Anforderungen an Fliegende Bauten. Hindernisse und Einengungen sind zu vermeiden. Rettungswege und Notausgänge zu kennzeichnen.

9.2 Niederspannungs-Stromversorgung

Ausstellungen in Zelten und Fahrzeugen unterliegen höheren Anforderungen an den Schutz gegen elektrische Unfälle als Ausstellungen in trockenen Räumen. Dies ist geregelt in HD 60364-7-240.

- Die in den vorstehenden Abschnitten genannten Vorschriften sind sinngemäß anzuwenden.
- Es gilt ausnahmslos Fehlerstrom-Schutz (RCD) (s. 7.1).
- Nach der Errichtung der Niederspannungs-Stromversorgung ist diese nach den geltenden Vorschriften, Normen und technischen Regeln durch befähigte Personen zu prüfen. Die Abnahmeprüfung ist zu bestätigen.
- In Bereichen mit Publikumsverkehr dürfen keine elektrischen Leitungen verlegt werden.
- Alle berührbaren metallischen Gegenstände in den Zelten bzw. Fahrzeugen (einschließlich des Fahrzeug-Chassis) müssen mit dem Schutzleiter PE verbunden sein. Ausgenommen sind metallische Gegenstände, die wegen ihrer Kleinheit und Anordnung in isolierendem Material keine Spannung führen können.
- Niederspannungs-Installationen außerhalb der Zelte und Fahrzeuge im Freien erfordern angemessene Schutzmaßnahmen und die Verwendung von gummiisolierten flexiblen Kabeln der Bauart für schwere Belastungen.
- Niederspannungs-Installationen und -Leitungen innerhalb der Zelte und Fahrzeuge erfordern mindestens Schutzmaßnahmen nach Schutzart IP 4X oder IPXXD. Der Wasserschutz muss entsprechend den Gegebenheiten nach Vorschrift gewählt werden.
- Grundsätzlich muss eine Not-AUS-Funktion vorgesehen werden.

Empfehlung: Die Niederspannungs-Stromversorgung der Modellbahnanlage sollte mit einer speziellen transportablen Stromversorgungseinrichtung erfolgen. Deren prinzipieller Aufbau ist in Bild 10 dargestellt. Die Modellbahnanlage ist an jeder Einspeisungsstelle mit diesen Geräten auszustatten, ausgenommen, es sind festinstallierte, vorschriftsmäßige Installationen vorhanden.

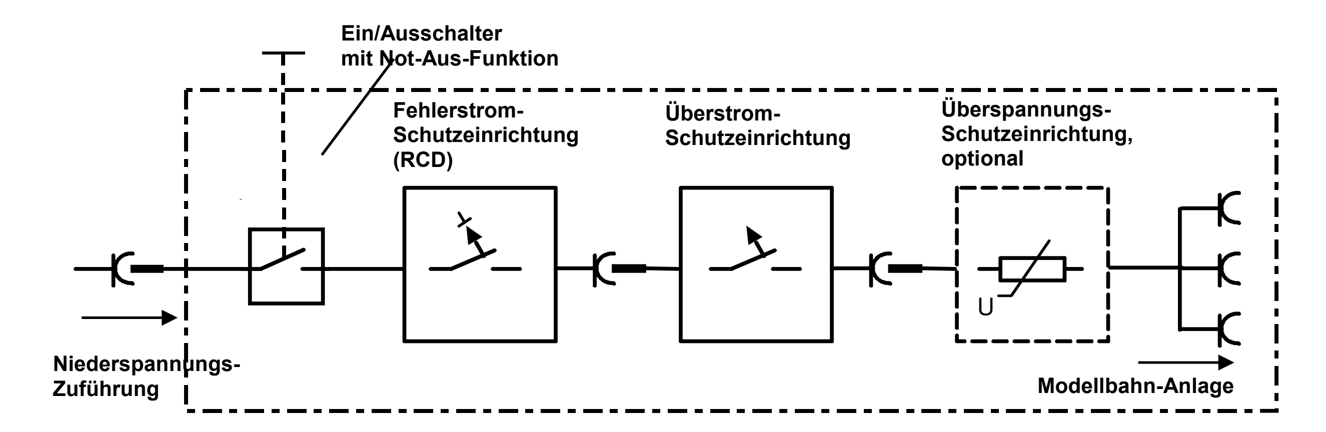


Bild 10: Transportable Stromversorgungseineinrichtung (Schaltschrank, Schaltkasten), mit der jede Niederspannungs-Einspeisungsstelle der Modellbahnanlage an das Niederspannungs-Stromversorgungsnetz (Zuführung zum Zelt oder Fahrzeug) anzuschließen ist. Bei einer geschlossenen Bauform entfallen die Stecker/Steckdosen zwischen den einzelnen Baugruppen.

10. Anlagenbediener

Bediener der Modellbahnanlage müssen die besonderen Anforderungen der Modellbahnanlage kennen und die durch ihre elektrischen Einrichtungen hervorgerufenen Gefahren kennen und vermeiden. Sie gelten als unterwiesene Personen.

11. Schlussbemerkungen

11.1 Nachrüstung bestehender Modellbahnanlagen

Bestehende Modellbahnanlagen sind im Interesse der Erreichung der elektrischen Sicherheit und Vermeidung von Haftungsansprüchen durch elektrische Unfälle entsprechend den genannten gesetzlichen Vorschriften, Normen und technischen Regeln und dieser Empfehlung zu überprüfen und gegebenenfalls in den sicheren Zustand zu versetzen.

11.2 Ortsfeste Anlagen

Die vorstehenden Sicherheitsrichtlinien gelten grundsätzlich auch für ortsfeste Anlagen. Diese sind einer Abnahmeprüfung nach HD 60364-6 zuzuführen.
Die Niederspannungs-Stromversorgung ist gemäß den Anordnungen der örtlich zuständigen Fachstelle auszuführen und von dieser abnehmen zu lassen. Die Abnahme ist zu bestätigen.

Im Interesse der eigenen Sicherheit sollten die vorstehenden Bestimmungen auch bei nicht öffentlich gezeigten, ortsfesten Anlagen eingehalten werden.

11.3 Mechanische Anforderungen an die Räume und Anlagen

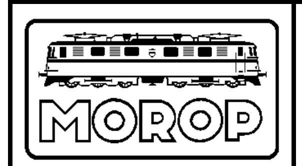
In diesen Richtlinien sind keine Forderungen bezüglich mechanischer Kennwerte der Modellbahnanlagen-Ausstattungen aus den CE-Richtlinien etc. berücksichtigt.

11.4 Checkliste

Als Beiblatt 1 zu diesen Richtlinien ist eine Checkliste angefügt, mit welcher die Einhaltung der Sicherheitsbestimmungen nach dieser Richtlinie zu prüfen ist. Die Checkliste ist vom Aussteller/Veranstalter auszufüllen, zu unterzeichnen und bis Ende der Ausstellung aufzubewahren.

11.5 Verantwortlichkeit

Die Verantwortung für die Einhaltung aller Vorschriften, Normen und technischen Regeln zur elektrischen Sicherheit liegt beim Aussteller/Veranstalter der Modellbahn-Ausstellung.



Normen Europäischer Modellbahnen

Nationale Normen zur elektrischen Sicherheit von Modellbahnanlagen

Begriffserläuterungen

Beiblatt A zu NEM **609**

1 Seite

Dokumentation **Ausgabe 1999**

1. Erläuterungen von Begriffen und Abkürzungen

FI-Schutzschalter	Fehlerstromschutzeinrichtung, die bei Auftreten eines unzulässigen Fehlerstroms im Schutzleiter (PE) die Stromversorgung abschaltet (in D: RCD ohne Hilfsspannungsquelle.
RCD	internationale Bezeichnung der Fehlerstromschutzeinrichtung (**r**esidual **c**urrent protective **d**evices)
IP 44	Eine Schutzart der elektrischen Betriebsmittel: 1. Kennzahl definiert Schutz gegen Eindringen kornförmiger Körper mit d > 1 mm, Schutz gegen das Eindringen von Werkzeugen; 2. Kennzahl definiert Spritzwasserschutz.
SELV	Schutzmaßnahme gegen gefährliche Körperströme, Schutzkleinspannung (**s**eparated **e**xtra **l**ow **v**oltage), Stromkreis erdfrei.
PELV	Schutzmaßnahme gegen gefährliche Körperströme, Schutzkleinspannung (**p**rotective **e**xtra **l**ow **v**oltage), Stromkreise mit geerdetem Schutzleiter verbunden.
DC/AC	internationale Abkürzung für Gleich-/Wechselstrom bzw. Gleich-/Wechselspannung
Schutzklassen	I Schutzmaßnahme mit Schutzleiter, Betriebsmittel mit Metallgehäuse II Schutzisolierung, Betriebsmittel mit isolierendem Gehäuse III Schutzkleinspannung, Betriebsmittel mit Nennspannungen bis 50 V AC oder bis 120 V DC

Kennzeichen







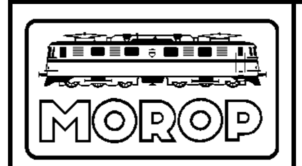
Sonderkennzeichen für Spielzeugtrafo nach EN 60742 statt Schutzklasse III – Zeichen

2. Leiterquerschnitte bei 230 V AC

Die Adern aller Leitungen müssen einen Mindestquerschnitt von 1.5 mm² haben. Die Leitungen müssen die zugelassenen Prüfmarken auf der Ummantelung tragen.

3. Nationale Normen der Republik Österreich

Land	Prüfzeichen	Norm	Bezeichnung
A	ÖVE	ÖVE-EN1	Errichtung von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V
		ÖVE-EN1 Teil1 § 3	Begriffe und Benennungen
		ÖVE-EN1 Teil1 §§ 4-13	Schutzmaßnahmen
		ÖVE-EN1 Teil1 § 21	Erdungsleitungen, Schutzleiter und Potentialausgleichsleiter
		ÖVE-EN1 Teil3 § 41	Bemessung von Leitungen und Kabeln, Überstromschutz



Normen Europäischer Modellbahnen

Nationale Normen zur elektrischen Sicherheit von Modellbahnanlagen

Begriffserläuterungen

Beiblatt A zu NEM **609**

1 Seite

Dokumentation **Ausgabe 1999**

1. Erläuterungen von Begriffen und Abkürzungen

FI-Schutzschalter	Fehlerstromschutzeinrichtung, die bei Auftreten eines unzulässigen Fehlerstroms im Schutzleiter (PE) die Stromversorgung abschaltet (in D: RCD ohne Hilfsspannungsquelle.
RCD	internationale Bezeichnung der Fehlerstromschutzeinrichtung (**r**esidual **c**urrent protective **d**evices)
IP 44	Eine Schutzart der elektrischen Betriebsmittel: 1. Kennzahl definiert Schutz gegen Eindringen kornförmiger Körper mit d > 1 mm, Schutz gegen das Eindringen von Werkzeugen; 2. Kennzahl definiert Spritzwasserschutz.
SELV	Schutzmaßnahme gegen gefährliche Körperströme, Schutzkleinspannung (**s**eparated **e**xtra **l**ow **v**oltage), Stromkreis erdfrei.
PELV	Schutzmaßnahme gegen gefährliche Körperströme, Schutzkleinspannung (**p**rotective **e**xtra **l**ow **v**oltage), Stromkreise mit geerdetem Schutzleiter verbunden.
DC/AC	internationale Abkürzung für Gleich-/Wechselstrom bzw. Gleich-/Wechselspannung
Schutzklassen	I Schutzmaßnahme mit Schutzleiter, Betriebsmittel mit Metallgehäuse
	II Schutzisolierung, Betriebsmittel mit isolierendem Gehäuse
	III Schutzkleinspannung, Betriebsmittel mit Nennspannungen bis 50 V AC oder bis 120 V DC

Kennzeichen


Schutzklasse I


Schutzklasse II


Schutzklasse III

Sonderkennzeichen für Spielzeugtrafo nach EN 60742 statt Schutzklasse III – Zeichen

2. Leiterquerschnitte bei 230 V AC

Die Adern aller Leitungen müssen einen Mindestquerschnitt von 1.5 mm² haben. Die Leitungen müssen die zugelassenen Prüfmarken auf der Ummantelung tragen.

3. Nationale Normen der Republik Österreich

Land	Prüfzeichen	Norm	Bezeichnung
A	ÖVE	ÖVE-EN1	Errichtung von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V
		ÖVE-EN1 Teil1 § 3	Begriffe und Benennungen
		ÖVE-EN1 Teil1 §§ 4-13	Schutzmaßnahmen
		ÖVE-EN1 Teil1 § 21	Erdungsleitungen, Schutzleiter und Potentialausgleichsleiter
		ÖVE-EN1 Teil3 § 41	Bemessung von Leitungen und Kabeln, Überstromschutz

	Normen Europäischer Modellbahnen **Richtlinien zur elektrischen Sicherheit bei Modellbahn-Ausstellungen** ***Directives pour la sécurité électrique lors d'expositions de réseaux modèles*** **CHECKLISTE**	**Beiblatt zu** ***Feuille additionnelle à la*** **NEM** **609** Seite 1 von 2 *Page 1 de 2*

Empfehlung **Ausgabe 2010**
Recommandation ***Edition 2010***

Ausstellungshalle / *Salle d'exposition*..
Hallenverantwortlicher / *Responsable de la salle*...

Veranstalter / *Organisateur*...
Ausstellungs-Verantwortlicher / *Responsable de l'exposition*..

Ziffer *Chiffre*		✓
2	**Anforderungen an Ausstellungsräume** ***Obligations des salles d'exposition***	
	Anforderungen an Gebäudeverwalter bekannt gegeben *Communiquer aux responsables de l'exposition, les obligations concernant les installations électriques.*	
	Bestätigung des Verwalters über Einhaltung der Anforderungen und ordnungsgemäßen Zustand der elektrischen Gebäudeinstallation *Confirmer que les installations basse tension mises à disposition sont conformes aux normes.*	
3 und 4 *3 et 4*	**Gefahren des elektrischen Stroms** ***Risques électriques***	
	Anlage vor Berühren durch Publikum geschützt *Protéger les maquettes et les réseaux contre les manipulations par des visiteurs*	
	Anlagenbediener über NEM 609 und die Gefahren des elektrischen Stroms unterwiesen *S'assurer que les exploitants des maquettes et des réseaux connaissent la NEM 609 et les risques électriques.*	
5 und 6 *5 et 6*	**Bei Modellbahnen anzuwendende Spannungs-Kategorie und Schutzklasse** ***Catégorie de tension et classe de protection à utiliser pour les réseaux modèles***	
	Alle verwendeten Geräte sind Schutzklasse III und tragen die erforderlichen Zulassungs- und Prüf-Kennzeichnungen *Tous les appareils sont de la classe de protection III et portent les sigles prescrits.*	
	Sicherung gegen Überstrom und Kurzschluss gemäß Vorschriften *Protection contre les surcharges et courts-circuits selon les prescriptions.*	
	Keine Transformatoren auf der SELV-Ausgangsseite parallel geschaltet *Pas de transformateurs en parallèle côté TBTS.*	

Ziffer Chiffre		✓
7	**Niederspannungs-Verteilung** ***Distribution basse tension***	
	Belastbarkeit der zur Verfügung stehenden Steckdosen *Intensités max. des prises de courant disponibles.*	
	Fehlerstrom-Schutzschalter vorhanden *Disjoncteurs FI présents.*	
	Überstromschutz vorhanden *Protection contre les surcharges présente.*	
	Not-Aus vorhanden *Arrêt d'urgence présent*	
	Keine Niederspannungs-Installationen an der Modellanlage *Pas d'installation basse tension sur le réseau ou la maquette.*	
	Feinschutz für elektronische Geräte *Dispositif de protection contre les surtensions (FU) pour les appareils électroniques*	
	Grundsätze für Anschluss der Stromversorgungsgeräte eingehalten *Les principes pour le raccordement des appareils d'alimentation sont observés*	
8	**Anlagen-Stromversorgung mit Schutz-Kleinspannung (SELV)** ***Alimentation de la maquette en TBTS***	
	Grundsätze eingehalten *Les principes de base sont observés*	
	Galvanische Trennung zwischen SELV- und PELV-Baugruppen gemäß Bild 9c *Séparation galvanique des composants TBTS et TBTP selon figure 9c*	
9	**Ausstellung in Zelten und Fahrzeugen** ***Expositions dans des tentes ou véhicules***	
9.1	Anforderungen an Ausstellungsraum eingehalten *Exigences du local d'exposition observées*	
9.2	Bedingungen zur Niederspannungs-Stromversorgung eingehalten *Alimentation Basse Tension, exigences observées*	
10	**Anlagenbediener** ***Exploitants des maquettes et réseaux ferroviaires***	

Ort und Datum
Lieu et Date

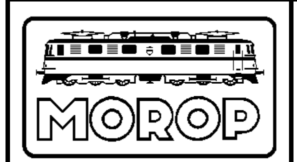
....

Unterschrift des Anlagen-Verantwortlichen
Signatures des responsables des réseaux

....

In Ergänzung zu den Vorschriften und Empfehlungen in NEM 609 ist für die Schweiz folgendes verbindlich zu beachten:

Kapitel	
allgemein	"Vorschriften" sind die einschlägigen Normen und Regeln der Technik
6.1	**Schweizerische Prüfzeichen** S · SEV · SEV
6.2	Für die Schweiz gilt die Niederspannungs-Installationsnorm (NIN 2010) und die Werkvorschriften der örtlichen Netzbetreiber
7.1	Die Belastbarkeit der Gebäude-Schutzkontaktsteckdosen beträgt: Steckdosen-Typen 12 / 13 / 14 10 A 23 / 25 16 A



Normen Europäischer Modellbahnen

Nationale Normen zur elektrischen Sicherheit von Modellbahnanlagen

Begriffserläuterungen

Beiblatt CH zu NEM **609**

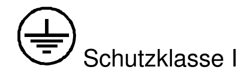
1 Seite

Dokumentation **Ausgabe 2002**

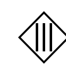
1. Erläuterungen von Begriffen und Abkürzungen

FI-Schutzschalter	Fehlerstromschutzeinrichtung, die bei Auftreten eines unzulässigen Fehlerstroms im Schutzleiter (PE) die Stromversorgung abschaltet (in D: RCD ohne Hilfsspannungsquelle.
RCD	internationale Bezeichnung der Fehlerstromschutzeinrichtung (residual current protective devices)
IP 44	Eine Schutzart der elektrischen Betriebsmittel: 1. Kennzahl definiert Schutz gegen Eindringen kornförmiger Körper mit d > 1 mm , Schutz gegen das Eindringen von Werkzeugen; 2. Kennzahl definiert Spritzwasserschutz.
SELV	Schutzmaßnahme gegen gefährliche Körperströme, Schutzkleinspannung (separated extra low voltage), Stromkreis erdfrei.
PELV	Schutzmaßnahme gegen gefährliche Körperströme, Schutzkleinspannung (protective extra low voltage), Stromkreise mit geerdetem Schutzleiter verbunden.
DC/AC	internationale Abkürzung für Gleich-/Wechselstrom bzw. Gleich-/Wechselspannung
Schutzklassen	I Schutzmaßnahme mit Schutzleiter, Betriebsmittel mit Metallgehäuse
	II Schutzisolierung, Betriebsmittel mit isolierendem Gehäuse
	III Schutzkleinspannung, Betriebsmittel mit Nennspannungen bis 50 V AC oder bis 120 V DC

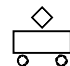
Kennzeichen


Schutzklasse I


Schutzklasse II


Schutzklasse III

Sonderkennzeichen für Spielzeugtrafo nach EN 60742


statt Schutzklasse III - Zeichen

2. Leiterquerschnitte bei 230 V AC

Die Adern aller Leitungen müssen einen Mindestquerschnitt von 1.5 mm² haben. Die Leitungen müssen die zugelassenen Prüfmarken auf der Ummantelung tragen.

3. Nationale Vorschriften Schweiz

3.1 Prüfzeichen







3.2 Massgebende Norm

SN SEV 1000:2000 Niederspannungs-Installationsnorm (NIN)

3.3 Für die Schweiz verbindliche Hinweise zu NEM 609

Ziffer 3.1.1 und 3.1.2

Die Belastbarkeit der Gebäude-Schutzkontaktsteckdosen beträgt bis auf weiteres 10 A.

Ziffer 3.2

Netzspannungs-Stromverteilungen gemäss Ziffer 3.2 dürfen nur von Elektro-Fachleuten ausgeführt werden.

Ziffer 3.3

Kleinspannungs-Stromkreise verschiedener Transformatoren dürfen nicht parallel geschaltet werden. Bei Parallelschaltung besteht die Gefahr von lebensgefährlicher Rückspannung an nicht mit dem Netz verbundenen Netzsteckern.

1. Erläuterungen von Begriffen und Abkürzungen

FI-Schutzschalter	Fehlerstromschutzeinrichtung, die bei Auftreten eines unzulässigen Fehlerstroms im Schutzleiter (PE) die Stromversorgung abschaltet (in D: RCD ohne Hilfsspannungsquelle.
RCD	internationale Bezeichnung der Fehlerstromschutzeinrichtung (residual current protective devices)
IP 44	Eine Schutzart der elektrischen Betriebsmittel: 1. Kennzahl definiert Schutz gegen Eindringen kornförmiger Körper mit d > 1 mm , Schutz gegen das Eindringen von Werkzeugen; 2. Kennzahl definiert Spritzwasserschutz.
SELV	Schutzmaßnahme gegen gefährliche Körperströme, Schutzkleinspannung (separated extra low voltage), Stromkreis erdfrei.
PELV	Schutzmaßnahme gegen gefährliche Körperströme, Schutzkleinspannung (protective extra low voltage), Stromkreise mit geerdetem Schutzleiter verbunden.
DC/AC	internationale Abkürzung für Gleich-/Wechselstrom bzw. Gleich-/Wechselspannung
Schutzklassen	I Schutzmaßnahme mit Schutzleiter, Betriebsmittel mit Metallgehäuse
	II Schutzisolierung, Betriebsmittel mit isolierendem Gehäuse
	III Schutzkleinspannung, Betriebsmittel mit Nennspannungen bis 50 V AC oder bis 120 V DC

Kennzeichen





Schutzklasse III

Sonderkennzeichen für Spielzeugtrafo nach EN 60742 statt Schutzklasse III – Zeichen

2. Leiterquerschnitte bei 230 V AC

Die Adern aller Leitungen müssen einen Mindestquerschnitt von 1.5 mm² haben. Die Leitungen müssen die zugelassenen Prüfmarken auf der Ummantelung tragen.

3. Nationale Normen der Bundesrepublik Deutschland

Land	Prüfzeichen	Norm	Bezeichnung
D	DVE	DIN VDE 0100	Errichtung von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V
		DIN VDE 0100 Teil 100	Anwendungsbereich, allgemeine Anforderungen
		DIN VDE 0100 Teil 200	Allgemeingültige Begriffe
		DIN VDE 0100 Teil 400	Schutzmaßnahmen
		DIN VDE 0100 Teil 410	Schutz gegen elektrischen Schlag
		DIN VDE 0100 Teil 430	Überstromschutz von Leitungen und Kabeln
		DIN VDE 0100 Teil 540	Erdung, Schutzleiter, Potentialausgleichsleiter

1. Erläuterungen von Begriffen und Abkürzungen

FI-Schutzschalter — Fehlerstromschutzeinrichtung, die bei Auftreten eines unzulässigen Fehlerstroms im Schutzleiter (PE) die Stromversorgung abschaltet (in D: RCD ohne Hilfsspannungsquelle.

RCD — internationale Bezeichnung der Fehlerstromschutzeinrichtung (residual current protective devices)

IP 44 — Eine Schutzart der elektrischen Betriebsmittel: 1. Kennzahl definiert Schutz gegen Eindringen kornförmiger Körper mit d > 1 mm , Schutz gegen das Eindringen von Werkzeugen; 2. Kennzahl definiert Spritzwasserschutz.

SELV — Schutzmaßnahme gegen gefährliche Körperströme, Schutzkleinspannung (separated extra low voltage), Stromkreis erdfrei.

PELV — Schutzmaßnahme gegen gefährliche Körperströme, Schutzkleinspannung (protective extra low voltage), Stromkreise mit geerdetem Schutzleiter verbunden.

DC/AC — internationale Abkürzung für Gleich-/Wechselstrom bzw. Gleich-/Wechselspannung

Schutzklassen
- I Schutzmaßnahme mit Schutzleiter, Betriebsmittel mit Metallgehäuse
- II Schutzisolierung, Betriebsmittel mit isolierendem Gehäuse
- III Schutzkleinspannung, Betriebsmittel mit Nennspannungen bis 50 V AC oder bis 120 V DC

Kennzeichen





Schutzklasse III

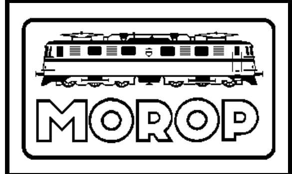
Sonderkennzeichen für Spielzeugtrafo nach EN 60742 statt Schutzklasse III – Zeichen

2. Leiterquerschnitte bei 230 V AC

Die Adern aller Leitungen müssen einen Mindestquerschnitt von 1.5 mm² haben. Die Leitungen müssen die zugelassenen Prüfmarken auf der Ummantelung tragen.

3. Nationale Normen der Bundesrepublik Deutschland

Land	Prüfzeichen	Norm	Bezeichnung
D	VDE	DIN VDE 0100	Errichtung von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V
		DIN VDE 0100 Teil 100	Anwendungsbereich, allgemeine Anforderungen
		DIN VDE 0100 Teil 200	Allgemeingültige Begriffe
		DIN VDE 0100 Teil 400	Schutzmaßnahmen
		DIN VDE 0100 Teil 410	Schutz gegen elektrischen Schlag
		DIN VDE 0100 Teil 430	Überstromschutz von Leitungen und Kabeln
		DIN VDE 0100 Teil 540	Erdung, Schutzleiter, Potentialausgleichsleiter



Normen Europäischer Modellbahnen

Elektrische Speisung der ortsfesten Einrichtungen

NEM

611

1 Seite

Verbindliche Norm **Ausgabe 1982** (29102006)

1. Diese Norm betrifft

1.1 ortsfeste Antriebe, die unmittelbar mit dem Betrieb zusammenhängen,
z. B. Antriebe für Weichen, Entkupplungseinrichtungen, Signale, Drehscheiben;

1.2 ortsfeste Einrichtungen, die zur weiteren Ausgestaltung der Anlage gehören,
z. B. Beleuchtung, Antriebe für Mühlen.

2. Die elektrischen Teile der ortsfesten Einrichtungen sind so auszuführen, dass sie mit Wechselstrom betrieben werden können. Nach Möglichkeit sollen die Einrichtungen nach 1.1 auch mit Gleichstrom funktionieren.

3. Die Nennspannung am Eingang der ortsfesten Einrichtung beträgt

Spurweiten	mm	6,5	> 6,5 ... < 45	≥ 45
Wechselspannung	Volt	10	14 bis 16	14 bis 18
Gleichspannung	Volt	8	12	14 bis 18

1. Allgemeines

Zweck der Norm ist:

– Kennzeichnung aller der Stromzuführung des Gleises dienenden Leiter sowie der Stromabnahmeorgane der Fahrzeuge,

– Festlegung der möglichen Zuordnungen der Leiter,

– Feststellen der Verträglichkeit der verschiedenen Speisesysteme.

Ohne Bedeutung für diese Norm ist:

– die Funktion, die ein bestimmtes Speisesystem erfüllt,

– welche Stromart für ein bestimmtes Speisesystem verwendet wird.

Nicht Gegenstand dieser Norm sind:

– nicht drahtgebundene Steuerungen,

– solche Leiter, die nur an bestimmten Stellen vorhanden sind, z. B. Kontaktschienen.

2. Leiter und Stromabnahmeorgane

Alle in Betracht kommenden Leiter sind in Abb. 1 dargestellt.

Vor allem sind Fälle, die sich ausschließen, zu unterscheiden:

– gegenseitig isolierte Fahrschienen, die als Leiter 1 und 2 vorhanden sind,

– elektrisch miteinander verbundene Fahrschienen, die einen Leiter 0 bilden.

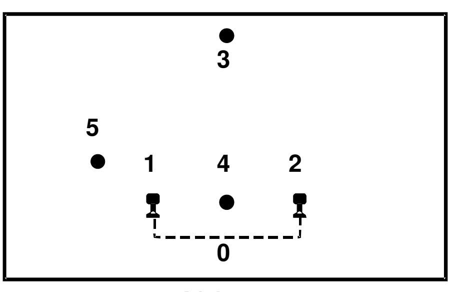


Abb. 1

In Tabelle 1 erhalten die Abnahmeorgane die gleiche Kenn-Nummer wie die Leiter.

Tabelle 1

Leiter	Stromabnahmeorgane	Kenn-Nr.
Fahrschienen elektrisch verbunden	Räder gegenseitig isoliert	0
Fahrschienen elektrisch verbunden	Räder gegenseitig nicht isoliert	0
Fahrschienen nicht elektrisch verbunden	Räder gegenseitig nicht isoliert	0
Fahrschiene 1	Rad oder Schleifschuh 1	1
Fahrschiene 2	Rad oder Schleifschuh 2	2
Oberleitung [1]	Stromabnehmer	3
Mittelleiter [2]	Mittelschleifschuh	4
Seitliche Leiter [3]	Seitenschleifschuh [4]	5

[1] Eine mehrfache Oberleitung, z.B. zur Darstellung des Drehstromsystems, ist beim Modell in der Regel als ein Leiter auszuführen.

[2] Es kann ein durchgehender Leiter oder eine Punktkontaktreihe verwendet werden.

[3] Der seitliche Leiter kann beliebig auf der einen oder anderen Seite liegen.

[4] Seitliche Schleifschuhe sind auf beiden Seiten anzuordnen und miteinander zu verbinden.

3. Speisesysteme

3.1 Bezeichnung der Speisesysteme

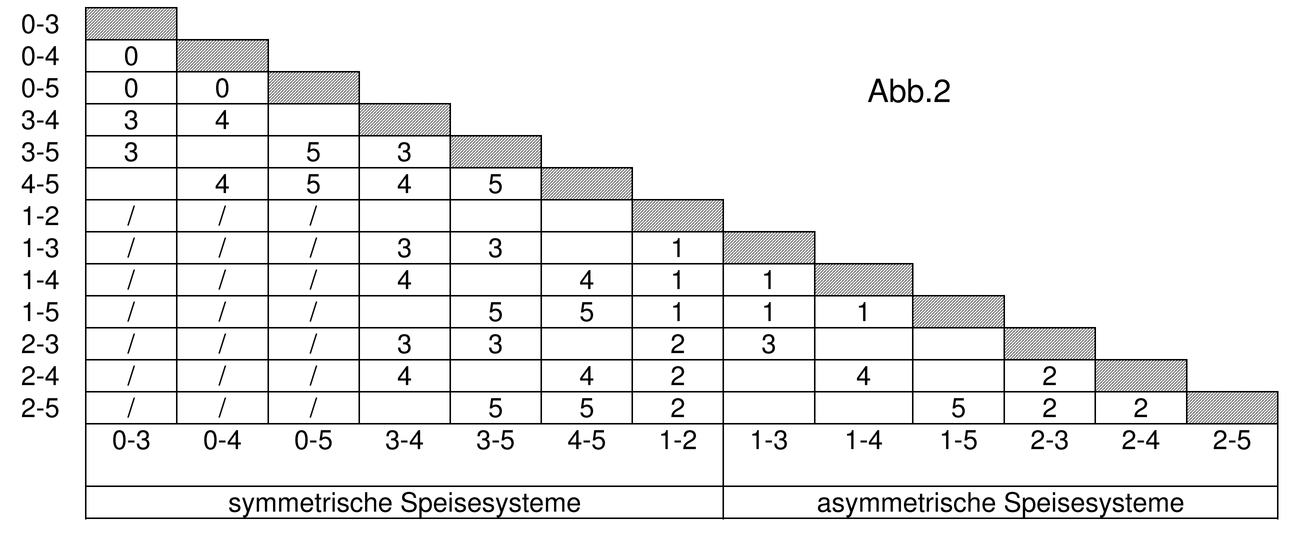


Abb.2

	0-3	0-4	0-5	3-4	3-5	4-5	1-2	1-3	1-4	1-5	2-3	2-4	2-5
0-3													
0-4	0												
0-5	0	0											
3-4	3	4											
3-5	3		5	3									
4-5		4	5	4	5								
1-2	/	/	/										
1-3	/	/	/	3	3		1						
1-4	/	/	/	4		4	1	1					
1-5	/	/	/		5	5	1	1	1				
2-3	/	/	/	3	3		2	3					
2-4	/	/	/	4		4	2		4		2		
2-5	/	/	/		5	5	2			5	2	2	

symmetrische Speisesysteme (0-3 bis 1-2) | asymmetrische Speisesysteme (1-3 bis 2-5)

Abb.2 zeigt am linken und unteren Rand die möglichen Speisesysteme. Jedes Speisesystem ist mit den Kenn-Nummern seiner beiden Leiter nach Abb. 1 bezeichnet (z.B. 3-4 = Oberleitung 3 und Mittelleiter 4).

3.2 Verträglichkeit

Die Eigenschaften der Kombination zweier Speisesysteme ergeben sich im Kreuzungsfeld der betreffenden Zeile und Spalte. Es gibt drei Fälle:

A) beide Speisesysteme sind getrennt: das Kreuzungsfeld ist leer,

B) beide Speisesysteme haben einen „Gemeinsamen Leiter": das Kreuzungsfeld enthält die Kenn-Nummer des Leiters,

C) beide Speisesysteme sind miteinander unverträglich, d.h. sie können nicht zusammen verwendet werden: das Kreuzungsfeld ist durch einen Schrägstrich gekennzeichnet.

Der „Gemeinsame Leiter“ darf nicht unterbrochen werden, da sonst eine Beeinflussung der beiden Speisesysteme eintreten könnte.

Falls mehr als zwei Speisesysteme in Betracht kommen, darf nur ein „Gemeinsamer Leiter“ vorhanden sein.

3.3 Erläuterung der Symmetrie

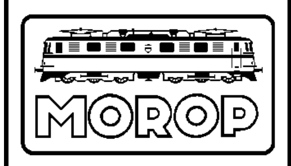
Die Speisesysteme 0-3, 0-4, 0-5, 1-2, 3-4, 3-5, 4-5 sind „elektrisch symmetrisch“, d. h. das Fahrzeug kann ohne Beeinträchtigung der Funktion beliebig auf dem Gleis stehen.[5]

Die Speisesysteme 1-3, 1-4, 1-5, 2-3, 2-4, 2-5 sind „elektrisch asymmetrisch", d. h. das Fahrzeug muss in einer bestimmten Richtung auf dem Gleis stehen, damit die richtige Funktion gewährleistet wird.

3.4 Beispiele für handelsübliche Kombinationen

1-2	Zweischienenbetrieb	nach System NEM 621
1-3, 2-3	Asymmetrischer Oberleitungsbetrieb	
1-4, 2-4	Asymmetrischer Mittelleiterbetrieb	z.B. System TRIX-EXPRESS
0-3	Symmetrischer Oberleitungsbetrieb	z.B. System MÄRKLIN H0
0-4	Symmetrischer Mittelleiterbetrieb	
3-4	Spezieller symmetrischer Oberleitungsbetrieb	z.B. System TRIX-EXPRESS

[5] Beim Speisesystem 1-2 sind gegebenenfalls Gleisschaltungen erforderlich, um Kurzschlüsse und Veränderungen der Funktion zu vermeiden, z. B. beim Befahren einer Gleisschleife.



Normen Europäischer Modellbahnen

Stromzuführung bei Zweischienen Triebfahrzeugen mit und ohne Oberleitung

NEM 621

1 Seite

Verbindliche Norm **Ausgabe 1981**(29102006)

1. Allgemeine Vorschrift

Alle Triebfahrzeuge müssen durch beide gegeneinander isolierte Fahrschienen gespeist werden können.

2. Triebfahrzeuge mit Stromabnehmern

2.1 Mit Stromabnehmern ausgerüstete Triebfahrzeuge sollten außerdem durch die Oberleitung und eine der beiden Schienen gespeist werden können.

2.2 Um die Wahl zwischen beiden Speisungsarten zu gestatten, ist eine der beiden Motorklemmen dauernd mit den Rädern einer Fahrzeugseite (gemeinsame Seite) zu verbinden; durch einen Umschalter wird die andere Klemme entweder mit den Rädern der anderen Seite oder mit dem Stromabnehmer verbunden (Abb. 1). Die Räder der beiden Seiten müssen gegeneinander isoliert bleiben.

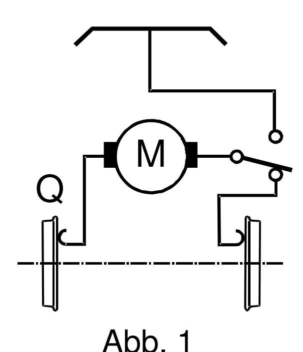
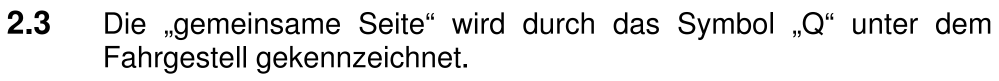


Abb. 1

2.3 Die „gemeinsame Seite“ wird durch das Symbol „Q“ unter dem Fahrgestell gekennzeichnet.



3. Vereinbarkeit und Unabhängigkeit der beiden Speisungsarten auf demselben Gleis

3.1 Vereinbarkeit

Die auf die Oberleitung geschalteten Fahrzeuge müssen so auf das Gleis gestellt werden, dass die Räder der „gemeinsamen Seite“ auf der Schiene stehen, die den beiden Speisungskreisen gemeinsam ist (Abb. 2).

3.2 Unabhängigkeit

Werden zwei getrennte Stromquellen nach Abb. 2 benutzt, so wird der unabhängige Betrieb erreicht.

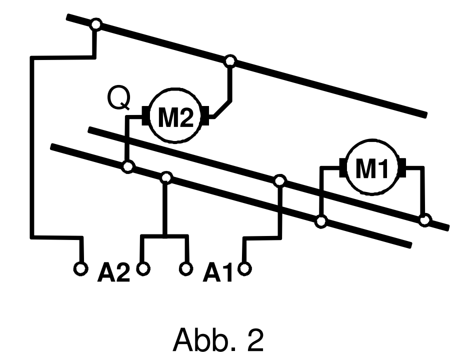


Abb. 2

4. Isolierung der Kupplungen und Puffer

4.1 Die Kupplungen aller Fahrzeuge, Triebfahrzeuge oder Wagen, müssen vom elektrischen Speisungskreis isoliert sein. Gleiches gilt für Puffer, wenn sie sich berühren können.

4.2 Ausnahmsweise können die Kupplungen zwischen Fahrzeugen, die im Betrieb nicht getrennt werden (z.B. Lok und Tender), zur elektrischen Verbindung verwendet werden.

Elektrische Kennwerte
Radsatz

1. Zweck der Norm

Diese Norm dient der Schaffung von Voraussetzungen zur elektrischen Messung der Besetzung von Gleisabschnitten durch ruhende und/oder bewegte Fahrzeuge (statisch-dynamische Besetztmeldung) bei **Zweischienenbetrieb** nach NEM 620.

2. Überbrückungswiderstand

Bei **Fahrzeugen ohne elektrische Ausrüstung** wird ein Widerstandselement zur Überbrückung der Isolation des Radsatzes (**Überbrückungswiderstand**) angebracht. Ausführung, Form und Montage des Überbrückungswiderstandes sind beliebig. Sein Wert wird mit

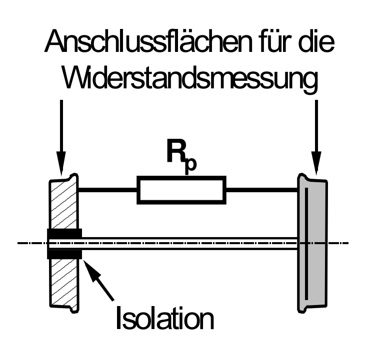
$$R_p = 15\ \text{k}\Omega\ \text{(Kiloohm)} \pm 20\%$$

festgelegt.

3. Messung des Überbrückungswiderstandes

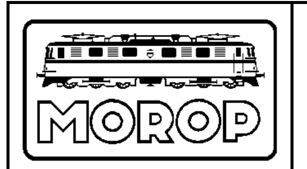
Der Überbrückungswiderstand $\boldsymbol{R_p}$ wird zwischen den Laufflächen des Radsatzes ermittelt.

Abb. 1 Schematische Darstellung des Radsatzes
mit elektrischer Isolation,
Überbrückungswiderstand und Messflächen



4. Hinweis

Die Anzahl der nach dieser Norm überbrückten Achsen innerhalb eines Zuges ist nicht festgelegt.



Normen Europäischer Modellbahnen

Elektrische Kennwerte
Radsatz und Gleis

Empfehlung **Ausgabe 1997** (08072007)

1. Zweck der Norm

Diese Norm dient der Schaffung von Voraussetzungen zur elektrischen **Messung der Besetzung von Gleisabschnitten durch ruhende und/oder bewegte Fahrzeuge (statisch-dynamische Besetztmeldung).**

2. Messverfahren

Die **statisch-dynamische Besetztmeldung** beruht auf der **Messung des Widerstandes (oder einer seiner Wirkungen als Messspannung oder -strom)** zwischen den als Stromleiter dienenden Fahrschienen des Gleises und/oder anderer stromführender Leiter und erkennt so das Vorhandensein **ruhender und/oder bewegter Fahrzeuge** im überwachten Gleisabschnitt.

Dieser **Messwiderstand** ergibt sich:

a) bei **Triebfahrzeugen** aus der Innenschaltung des elektrischen Antriebes, der Decoder und anderer elektrischer Funktionen,

b) bei **Fahrzeugen mit Beleuchtung** und anderen elektrischen Funktionen aus ihrer Innenschaltung,

c) bei **Fahrzeugen ohne elektrische Ausrüstung** durch den Einbau eines geeigneten **Überbrückungswiderstandes** oder durch andere, **gleichartig wirkende Maßnahmen** einschließlich ihrer leitenden Verbindung zu den stromführenden Leitern.

3. Überbrückungswiderstand

In Fahrzeugen **nach Punkt 2.c)** werden stromführende Leiter mit einem Überbrückungswiderstand beliebiger Form und Montage verbunden. Im einfachsten Fall (Zweischienenbetrieb nach NEM 620) wird die Isolation von Radsätzen damit überbrückt. Sein Wert ist in NEM 624 festgelegt.

Entsprechend den im überwachten Gleisabschnitt vorhandenen Fahrzeugen der Art **2.c)** verkleinert sich **der Messwiderstand** reziprok zur Anzahl der vorhandenen **Überbrückungswiderstände.** Zusätzlich wird er durch vorhandene Fahrzeuge der Arten **2.a) - b)** verkleinert.

4. Einfluss der elektrischen Bedingungen im überwachten Gleis bzw. Gleisabschnitt

Die Funktionssicherheit der statisch-dynamischen Besetztmeldung wird in hohem Maße von der Einhaltung **elektrischer Grenzwerte im Gleis** bestimmt. Je nach den Verhältnissen im überwachten Gleisabschnitt kann der Messwiderstand im Bereich einiger Ohm bis einige 10 Kiloohm (Verschmutzung von Gleis und Radsatz bzw. Stromabnahmeelementen) liegen. Zur Schaffung **eindeutiger Messwerte** sollte die **Empfindlichkeit der statisch-dynamischen Besetztmeldung** auf einen höchsten Messwiderstand (Schwellwert) beschränkt werden; empfohlen wird:

$$R_{Mmax} < 100\ k\Omega \text{ (Kiloohm)}$$

Dem ungünstigen Einfluss des vorwiegend durch Feuchtigkeitsaufnahme entstehenden Abfalls des **Isolationswiderstandes** zwischen den stromführenden Leitern des jeweils überwachten Gleisabschnittes auf die Besetztmeldung muss durch gut isolierende Werkstoffe entgegengewirkt werden.

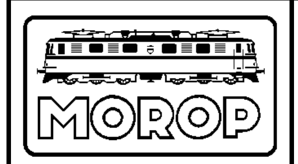
5. Geltungsbereich

Diese Festlegungen gelten

a) für alle Nenngrößen bei Betrieb in trockenen Räumen,
b) sinngemäß für alle Stromzuführungssysteme, soweit sie die Anwendung der statisch-dynamischen Besetztmeldung erlauben (siehe NEM 620) und
c) für alle Fahrstromversorgungssysteme, die den Einsatz des Messverfahrens ohne Rückwirkungen erlauben.

6. Hinweis für Triebfahrzeuge eines digitalen Mehrzugsystems

Wird ein Triebfahrzeug im Gleis nicht erkannt, so ist parallel zum Eingang des Lokdekoders ein Überbrückungswiderstand einzubauen.



Normen Europäischer Modellbahnen

Gleichstromzugförderung

Elektrische Kennwerte

NEM 630

1 Seite

Verbindliche Norm **Ausgabe 1982**

1. Allgemeines

In dieser Norm wird ein System als „Gleichstromzugförderung" bezeichnet, das folgenden Anforderungen entspricht:

1.1 Die Speisung der Triebfahrzeuge erfolgt durch polarisierte Spannung, z. B. gleich, gleichgerichtet oder pulsierend.

1.2 Die Drehrichtung der Motoren wird durch die Polarität bestimmt.

1.3 Die Drehzahl der Motoren wird über die Fahrspannung gesteuert.

2. Fahrspannung

2.1 Die Nennspannung beträgt

Tabelle 1:

Spurweite G mm	6,5	6,5 < G < 32	≥ 32
Spannung Volt	8	12	16

Bei Speisung durch gleichgerichtete, pulsierende oder ähnliche Spannungen muss der arithmetische Mittelwert U_m (Gleichkomponente) dem Nennwert entsprechen.

Die meisten der für Modellbahnen angewendeten Messgeräte zeigen den Sinus-Effektivwert U_{eff} an. In diesem Fall müssen die gemessenen Werte der Spannungsgruppen 2 bis 4 der Tabelle 2 den verschiedenen Spannungsformen entsprechend umgerechnet werden (Tabelle 2). $U_m = k \quad U_{eff}$

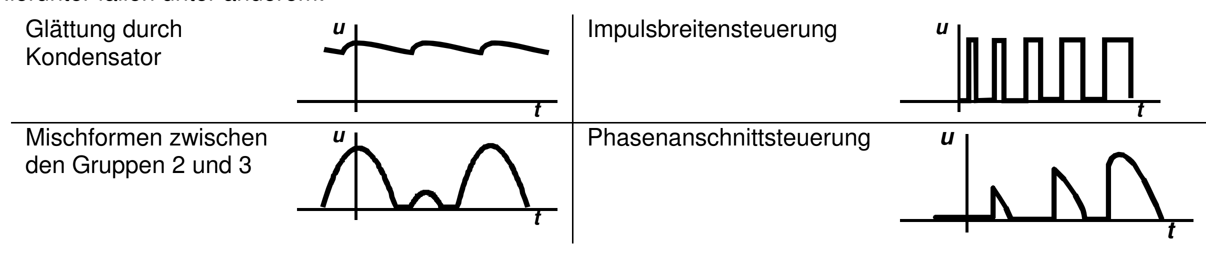
Tabelle 2:

Spannungsgruppe	Benennung	Spannungsform	Umrechnungsfaktor k
1	Reine Gleichspannung		1
2	Zweiweg-Gleichrichtung		0,90
3	Einweg-Gleichrichtung		0,64
4	sonstige [1]	[1]	variabel [2]

2.2 Spannungen anderer Art, z.B. für dauernde Zugbeleuchtung, für unabhängige Speisung besonders ausgerüsteter Triebfahrzeuge, dürfen der hier genormten Spannung überlagert werden, soweit die Werte nach Punkt 2.1 nicht überschritten werden.

Anmerkungen zu Tabelle 2:

[1] Hierunter fallen unter anderem:



[2] Die mit größerem Aufwand verbundenen Messungen dieser Gruppe fallen außerhalb des Anliegens dieser Norm.

Gleichstromzugförderung Lauf- und Verkehrsrichtung beim Zweischienensystem

1. Allgemeines

1.1 Die „**Laufrichtung**" eines Triebfahrzeuges lässt sich im Verhältnis zu seiner äußeren Gestaltung bestimmen; „vorwärts" bedeutet z.B. Rauchkammer, Führerstand „V" oder „1" vorn.

1.2 Die „**Verkehrsrichtung**" auf einem Gleis lässt sich im Verhältnis zum Fahrtweg bestimmen, z.B. von A nach B (Abb. 1).

2. Zweischienenbetrieb

2.1 Die Polarität der Schienen bestimmt die Verkehrsrichtung.

2.2 Die Position der Triebfahrzeuge auf dem Gleis ist beliebig.

2.3 Die in Verkehrsrichtung rechte Schiene ist positiv (Abb. 1 und 2)

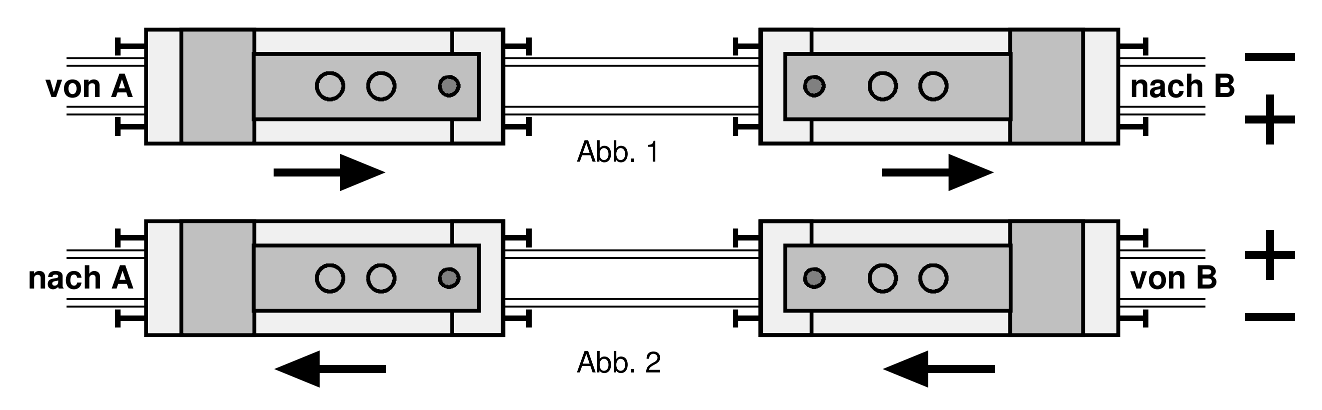


Abb. 1

Abb. 2

3. Oberleitungsbetrieb

3.1 Die Polarität der Oberleitung bestimmt die Laufrichtung.

3.2 Die Norm NEM 621 bestimmt die Position des Triebfahrzeuges auf dem Gleis.

3.3 Die „gemeinsame Seite" des Triebfahrzeuges, gekennzeichnet durch das Symbol „Q", befindet sich auf der in Laufrichtung linken Schiene, wenn die Oberleitung positiv ist (Abb. 3 und 6). Die andere Schiene hat keine Bedeutung für diese Stromzuführungsart.

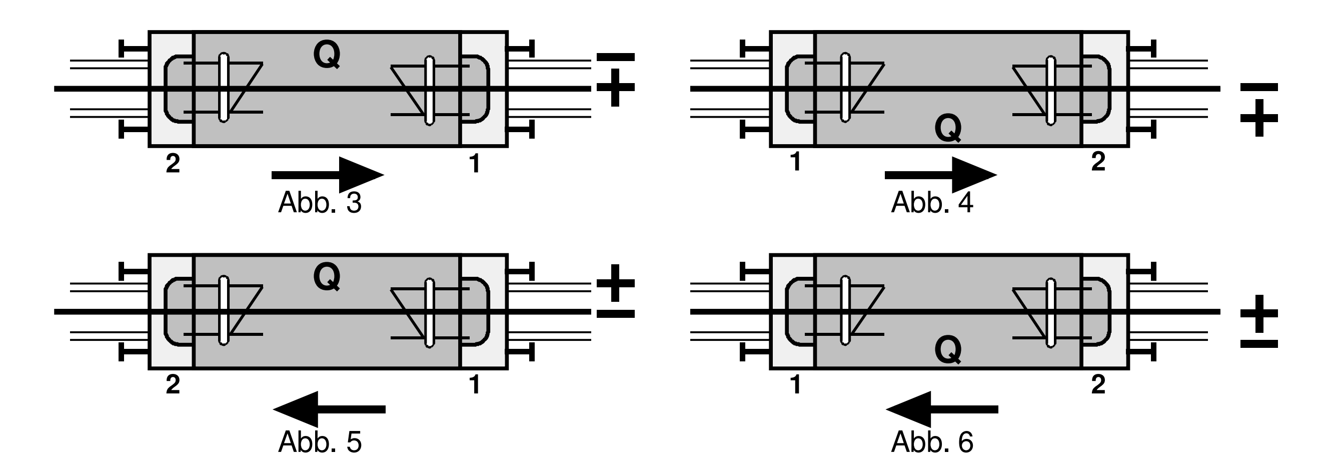


Abb. 3

Abb. 4

Abb. 5

Abb. 6

Wechselstromzugförderung
Elektrische Kennwerte

1 Allgemeines

In dieser Norm wird ein System als „**Wechselstromzugförderung**" bezeichnet, das folgenden Anforderungen entspricht:

1.1 Die Speisung der Triebfahrzeuge erfolgt in der Regel durch Wechselspannung; als Sonderfall ist auch polarisierte Spannung möglich.

1.2 Die Drehrichtung der Motoren wird durch einen im Triebfahrzeug befindlichen **Fahrtrichtungsschalter** bestimmt und ist von der Polarität der Fahrspannung unabhängig.

1.3 Die Drehzahl der Motoren wird über die Fahrspannung gesteuert.

2. Fahrspannung

Der Effektivwert der Nennspannung beträgt 16 Volt.

Die maximale Frequenz der Wechselspannungsgrundwelle beträgt 60 Hertz.

3. Fahrtrichtungsschalter

Die Stellung des Fahrtrichtungsschalters bestimmt die Fahrtrichtung des Triebfahrzeugs. Die Umschaltung erfolgt durch einen Überspannungsimpuls von 24 Volt Nennwert.

Der Überspannungsimpuls darf nicht kürzer als 0,1 s und nicht länger als 3 s sein.

Wechselstrom-Fahrbetrieb mit Mittelleiter

Verbindliche Norm
Ausgabe 1990

1. Zweck

Diese Norm beschreibt das mit Wechselstrom nach NEM 640 betriebene Mittelleitersystem; es benutzt als Leiter einen Mittelleiter und die beiden Fahrschienen (Kombination 0-4 nach NEM 620). Eine Oberleitung (Kombination 0-3 nach NEM 620) kann dieselbe Funktion wie der Mittelleiter ausüben.

2. Stromzuführung zum Triebfahrzeug

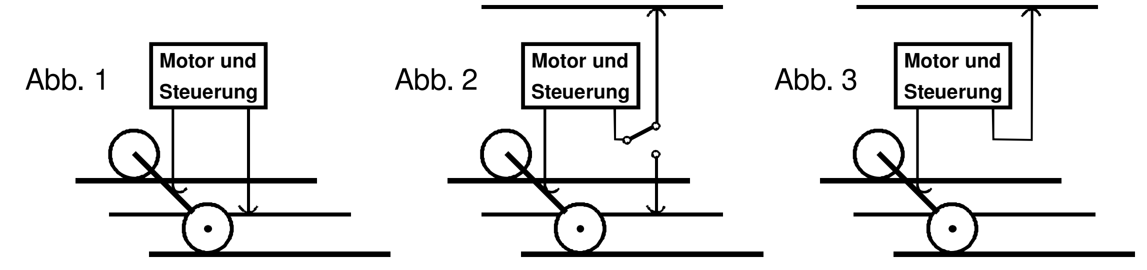
Die Stromzuführung ist in jeder Stellung des Triebfahrzeugs auf dem Gleis gewährleistet.

2.1 **Mittelleiter** (Abb. 1)

Grundsätzlich sind die Triebfahrzeuge für die Speisung durch den Mittelleiter und die beiden Fahrschienen ausgerüstet.

2.2 **Oberleitung** (Abb. 2)

Mit Oberleitungsstromabnehmern ausgerüstete Triebfahrzeuge können durch die Oberleitung und die beiden Fahrschienen gespeist werden. Ein Umschalter ermöglicht die wahlweise Stromabnahme aus dem Mittelleiter oder der Oberleitung. Wird ausnahmsweise reiner Oberleitungsbetrieb gewählt, kann der Umschalter entfallen (Abb. 3).



3. Verträglichkeit auf demselben Gleis

3.1 Vereinbarkeit

Der Betrieb mit Mittelleiter und der Betrieb mit Oberleitung sind miteinander vereinbar. die Fahrschienen sind der gemeinsame Leiter.

3.2 Unabhängigkeit

Die Verwendung von zwei getrennten Stromquellen ***T1*** und ***T2*** ermöglicht den unabhängigen Betrieb zweier Züge (Abb. 4).

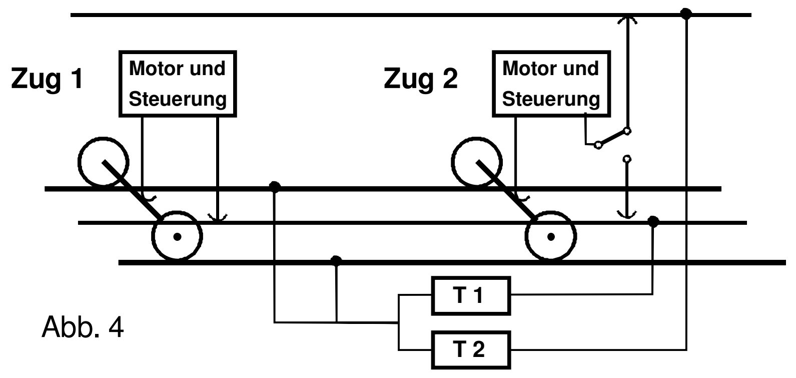


Abb. 4

4. Fahrschienen und Radsätze

4.1 Fahrschienen

Die Fahrschienen sind normalerweise elektrisch miteinander verbunden; eine Fahrschiene darf aber an bestimmten Stellen gegen den Fahrstromkreis isoliert sein.

4.2 Radsätze

Die Räder jedes stromabnehmenden Radsatzes müssen elektrisch miteinander verbunden sein. Die Räder nicht stromabnehmender Radsätze dürfen gegeneinander isoliert sein.

5. Verkehrsrichtung

Die Verkehrsrichtung des Zuges wird mit Hilfe des Fahrtrichtungsschalters im Triebfahrzeug gesteuert. Bei Stillstand kann die nachfolgende Verkehrsrichtung nicht vorausgesehen werden. Die letzte Verkehrsrichtung wird jedoch gespeichert, solange man die Umschaltung vom Steuergerät nicht betätigt hat. Es ist möglich, dass zwei durch denselben Stromkreis gespeiste Triebfahrzeuge auf demselben Gleis in entgegengesetzter Richtung verkehren.

6. Kupplungen und Puffer

Die Kupplungen und Puffer aller Triebfahrzeuge und Wagen dürfen mit den Rädern elektrisch verbunden sein.

Zweck

Festlegung einer einheitlichen Schnittstelle zum sicheren und schnellen Einbau oder Austausch von Elektronikbaugruppen in Triebfahrzeugen.

1. Einleitung

Auf dem Gebiet der Modellbahn werden in zunehmendem Maße elektronische Systeme zur Steuerung von Triebfahrzeugen und zum Schalten von Funktionen eingesetzt. Nicht alle Modelle sind werkseitig mit einem Baustein zum Empfang von Steuerinformationen (Decoder) ausgerüstet. Es soll daher eine standardisierte elektrische Schnittstelle innerhalb der Fahrzeuge eingerichtet werden, an der der Anwender einen zu seinem Steuersystem passenden Empfangsbaustein auch nachträglich anschließen kann. Hierfür ist ausreichend Platz vorzusehen (Einbauraum).

2. Begriffsdefinition

Schnittstelle:
Verbindung mehrerer elektrischer Leiter, die durch Verwendung einer zweiteiligen Steckverbindung (Stecker / Buchse) mechanisch lösbar gestaltet ist.

Linke/rechte Fahrzeugseite:
Es gilt die Festlegung gemäß NEM 631: Beim Blick von hinten über das Triebfahrzeug muss sich dieses vorwärts bewegen, wenn der Pluspol der Fahrspannung an der rechten Schiene anliegt.

3. Mechanische Ausführung der Schnittstelle

Die Schnittstelle wird als Steckverbindung gefertigt und in der Regel werksseitig eingebaut.

Norm	NEM 651	NEM 652	NEM 654
Ausführung	Klein (S)	Mittel (M)	Groß (L)
Anschlüsse / Layout	6 (1 x 6)	8 (2 x 4)	4 (keine Vorgabe)
Teil im Triebfahrzeug	Buchse	Buchse	Stecker
Raster (Kontaktabstand)	1,27 mm	2,54 mm	keine Vorgabe
Stiftform [1)]	rund	rund	rund
Stiftlänge	5 mm	4 mm	7,5 mm
Stiftdurchmesser	0,43 mm	0,5 mm	1,25 mm
Dauerbelastbarkeit [2)]	0,5 A	1,5 A	4,0 A
Spitzenbelastung (kurzzeitig)	0,75 A	3,0 A	6,0 A

[1] Stifte mit einem rechteckigen Querschnitt sind eine Alternative, sofern sie die gleiche Belastbarkeit und physikalische Kontakt-Qualität aufweisen wie die runde Form.

[2] Die angegebene Belastbarkeit ist auf jeden einzelnen Kontakt bezogen; sie bezieht sich weder auf die Decoderkapazität noch auf die des Motors, der Beleuchtung oder weiterer Zusatzkomponenten. Da viele Decoder-Hersteller für die Licht- und Funktionsanschlüsse weniger hoch belastbare Anschlüsse zur Verfügung stellen, ist den Fahrzeugherstellern zu empfehlen, zu dokumentieren, wie viel Strom die Stirnbeleuchtung und weitere Funktionen im Einzelnen aufnehmen.

Nebst der beschriebenen Basisausführung ist auch eine erweiterte Ausführung möglich. Wird werksseitig eine erweiterte Ausführung eingebaut, soll der Hersteller die Belegung der Anschlüsse klar und eindeutig dokumentieren. Die erweiterte Ausführung ist so zu gestalten, dass der Stecker der Basisausführung nur in die dem Basismodul entsprechenden Anschlüsse eingesteckt werden kann.

Bei den Ausführungen S und M ist der Anschluss „1" auf Stecker und Sockel deutlich zu bezeichnen. Bei der Ausführung L ist die Anschlussbelegung vom Hersteller zu bestimmen. Jeder Anschluss ist so zu bezeichnen, dass er leicht identifiziert werden kann. Empfohlen werden Nummern oder der festgelegte Farbcode.

3.1 Fahrzeugseitige Ausführung

Fahrzeugseitig wird der Buchsenteil der Steckverbindung (Ausnahme Ausführung L) eingesetzt. Abhängig von den räumlichen Gegebenheiten innerhalb des Modells kann dieser Teil der Schnittstelle fest oder beweglich ausgeführt werden. Eine problemlose Montage / Demontage des Fahrzeugaufbaus muss sowohl mit als auch ohne eingebaute Elektronik sichergestellt sein.

Feste Ausführung: Der Steckverbinder ist mechanisch an einer Leiterplatte, dem Fahrgestell o. ä. befestigt. Diese Ausführung setzt voraus, dass der Anbringungspunkt bezogen auf den Einbauraum so gewählt wird, dass ein direktes An-/Aufstecken des Elektronikbausteins möglich ist.

Bewegliche Ausführung: Der Steckverbinder ist am Ende eines Kabelbaums befestigt, dessen Länge so dimensioniert ist, dass eine auf den Steckverbinder aufgesetzte Elektronik im Einbauraum untergebracht und befestigt werden kann.

Sofern bei der festen Ausführung die Anbringung des Steckverbinders auf einer im Fahrzeug vorhandenen Leiterplatte erfolgt, können die zur Funktion des Fahrzeuges erforderlichen Verbindungen über eine geeignete Leiterbahnführung erreicht werden. Diese Verbindungen sind so auszulegen, dass sie vor dem Einbau einer Elektronik mit einfachen Mitteln entfernt oder aufgetrennt werden können (zum Beispiel Blindstecker).

3.2 Elektronikseitige Ausführung

Auf dem Elektronikbaustein wird der Stecker wie ein normales Bauteil auf der Leiterplatte bestückt. Die Positionierung des Steckers ist so zu wählen, dass er in unmittelbarer Nähe und parallel zu einer Leiterplattenkante verläuft. Eine Ausführung, bei der der Stecker beweglich an einem Kabelbaum befestigt ist, ist zugelassen.

Bei Elektronikbausteinen mit Zusatzfunktionen sollen diese mit steckbaren Einzeldrähten herausgeführt werden, damit der Anwender selbst bestimmen kann, welche Zusatzfunktion des Dekoders bestimmte Funktionen im Fahrzeug steuern soll.

4. Elektrischer Aufbau der Schnittstelle

Am fahrzeugseitigen Teil der Steckverbindung werden mindestens folgende Anschlüsse zur Verfügung gestellt:

Gleis (2 Anschlüsse),
Motor (2 Anschlüsse),
Stirnbeleuchtung vorn,
Stirnbeleuchtung hinten,
Stromrückführung für Beleuchtung und Funktionen.

Die Anschlusspunkte der elektrischen Einrichtungen des Fahrzeuges können beim Einsatz einer Leiterplatte im Fahrzeug zum konventionellen Betrieb ohne zusätzliche Elektronik durch eine geeignete Leiterbahnführung oder einen entsprechenden Blindstecker miteinander verbunden sein. Es ist jedoch sicherzustellen, dass diese Verbindungen, einschließlich etwaig vorhandener Dioden für ein fahrtrichtungsabhängiges Wechsellicht, beim Einbau eines Elektronikbausteins problemlos entfernt werden können. Ist das Fahrzeug serienmäßig nicht mit einer Leiterplatte, sondern mit einem Kabelbaum versehen, so sind diese Verbindungen mittels einer in den fahrzeugseitigen Stecker eingesetzten Platine herzustellen. Diese Platine enthält auch die eventuell erforderlichen Dioden für das fahrtrichtungsabhängige Wechsellicht.

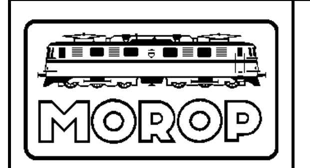
4.1 Kabelfarben:

Rot:	Stromabnahme rechts (oder Mittelleiter, 3. Außenschiene, Dachstromabnahme) zum Motoranschluss 1 oder zur Schnittstelle
Orange:	von der Schnittstelle zum Motoranschluss 1 oder zur Feldwicklung vorwärts [1)]
Schwarz	Stromabnahme links zum Motoranschluss 2 oder zur Schnittstelle
Grau:	von der Schnittstelle zum Motoranschluss 2 oder zur Feldwicklung rückwärts [1)]
Weiß:	Stirnbeleuchtung vorn (-)
Gelb:	Stirnbeleuchtung hinten (-)
Blau:	Gemeinsamer Leiter für Stirnbeleuchtung und Funktionen (+)

1) Gilt nur, wenn eine Schnittstelle im Fahrzeug eingebaut ist.

Alle anderen Kabel haben keine Vorgabe; es darf jedoch keine der erwähnten Farben verwendet werden.

Können vom Hersteller aus fabrikationstechnischen oder anderen wichtigen Gründen die vorgegebenen Kabelfarben nicht eingehalten werden, ist ein Verdrahtungslayout mitzuliefern. Diesem müssen alle für den richtigen Einbau des Decoders nötigen Angaben entnommen werden können. Ist eine Schnittstelle werkseitig eingebaut, muss auch bei von der Empfehlung abweichenden Farben die in NEM 651, 652 und 654 festgelegte Kontaktbelegung eingehalten werden. Es ist anzustreben, dass auch Hersteller, die serienmäßig keine Schnittstelle einbauen, ein entsprechendes Datenblatt über die Verkabelung des Fahrzeuges mitliefern (in die Betriebsanleitung integrieren). Damit ist Gewähr für einen problemlosen nachträglichen Umbau gegeben.



Normen Europäischer Modellbahnen

Elektrische Schnittstelle
Ausführung klein (S)

NEM
651
1 Seite

Empfehlung **Ausgabe 2007**
(ersetzt Ausgabe 2004)

Basierend auf den Festlegungen in NEM 650 ist die Schnittstelle der Ausführung klein (S) wie folgt definiert:

Kontaktbelegung und funktionelle Zuordnung der Kabelfarben:

Kontakt 1	Motoranschluss 1	orange
Kontakt 2	Motoranschluss 2	grau
Kontakt 3	Stromabnahme rechts	rot
Kontakt 4	Stromabnahme links/Masse	schwarz
Kontakt 5	Beleuchtung vorn	weiß
Kontakt 6	Beleuchtung hinten	gelb

Die geringen Abmessungen dieser Decoder bedingen in der Regel eine ansteckbare Ausführung und eine werksseitig eingebaute Schnittstelle. Der Hersteller soll die Schnittstelle so einbauen, dass sich die Anschluss-Kontakte bei Draufsicht an der linken Seite des Elektronikbauteils befinden.

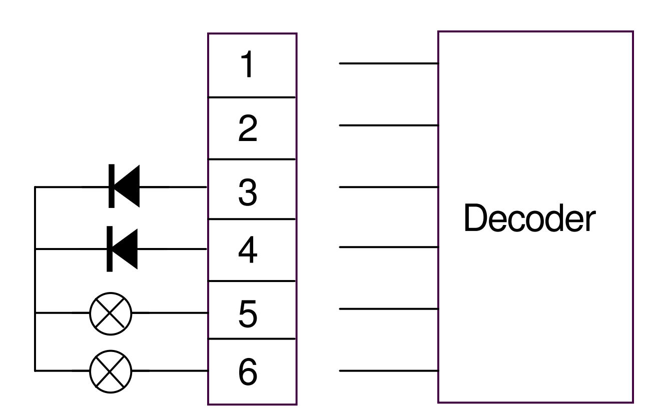
Piktogramm:

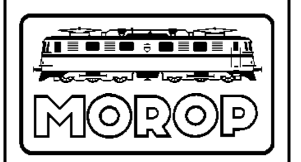
Fahrzeuge mit werkseitig eingebauter Schnittstelle sollen auf der Verpackung deutlich mit dem Kennbuchstaben S und dem nebenstehenden Piktogramm gekennzeichnet werden.



Hinweise:

1. Schnittstellen nach diesem Normblatt entsprechen denjenigen nach NMRA RP 9.1.1 (Revisionsstand: Juli 2003).
2. Um Fahrzeuge mit Decodern an dieser Schnittstelle auch im konventionellen Gleichstrombetrieb mit vollständiger Beleuchtung betreiben zu können, ist der Masseanschluss der Beleuchtungselemente nach folgendem Schema vorzunehmen. Die Rückleitungen der Beleuchtung dürfen nicht direkt mit einer Schiene verbunden sein.





Normen Europäischer Modellbahnen

Elektrische Schnittstelle
Ausführung Mittel (M)

NEM 652
1 Seite

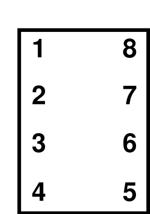
Empfehlung **Ausgabe 2007**
(ersetzt Ausgabe 1995)

Basierend auf Festlegungen in NEM 650 ist die Schnittstelle der Ausführung Mittel (M) wie folgt definiert.

Sie ist einzusetzen bei Fahrzeugen mit Permanentmagnetmotor.

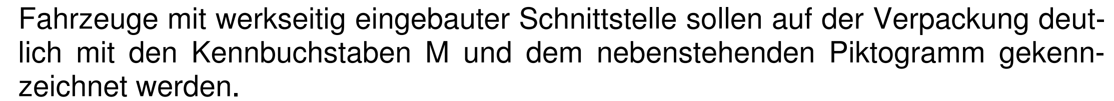
Kontaktbelegung und funktionelle Zuordnung der Kabelfarben

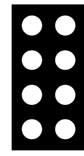
Kontakt	Funktion	Kabelfarbe
Kontakt 1	Motoranschluss 1	orange
Kontakt 2	Beleuchtung hinten (-)	gelb
Kontakt 3	ohne Belegung *	
Kontakt 4	Stromabnahme links	schwarz
Kontakt 5	Motoranschluss 2	grau
Kontakt 6	Beleuchtung vorn (-)	weiß
Kontakt 7	Gemeinsamer Leiter für Beleuchtung (+)	blau
Kontakt 8	Stromabnahme rechts	rot



* Der Kontakt 3 kann frei bleiben oder für eine Zusatzfunktion verwendet werden. Eine Belegung durch den Hersteller ist auf jeden Fall zu dokumentieren. Wird er mit einer Sonderfunktion belegt, ist unbedingt eine Kurzschluss-Sicherung (Schutzdiode) gegen Verpolung einzubauen um Schäden zu vermeiden.

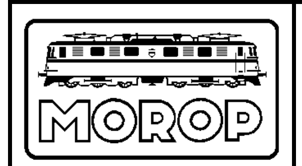
Piktogramm:


Fahrzeuge mit werkseitig eingebauter Schnittstelle sollen auf der Verpackung deutlich mit den Kennbuchstaben M und dem nebenstehenden Piktogramm gekennzeichnet werden.



Hinweis:

Schnittstellen nach diesem Normblatt entsprechen denjenigen nach NMRA RP 9.1.1 (Revisionsstand: Juli 2003).



Normen Europäischer Modellbahnen

Elektrische Schnittstelle
Ausführung Mittel, einreihig (M/b)

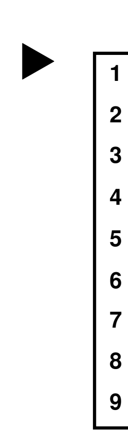
NEM 653
1 Seite

Empfehlung **Ausgabe 1995**

Basierend auf Festlegungen in NEM 650 ist die Schnittstelle der Ausführung Mittel, einreihig (M/b) wie folgt definiert:
Sie ist einzusetzen bei Fahrzeugen mit Motoren mit Feldwicklungen.

Kontaktbelegung und funktionelle Zuordnung der Kabelfarben:

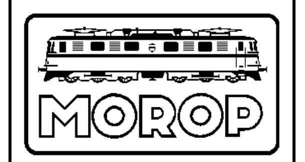
Kontakt 1	ohne Belegung *	
Kontakt 2	Beleuchtung vorn (-)	weiss
Kontakt 3	Feldwicklung vorwärts	orange
Kontakt 4	Stromabnahme rechts	rot
Kontakt 5	Gemeinsamer Leiter Beleuchtung/Motor (+)	blau
Kontakt 6	Stromabnahme links	schwarz
Kontakt 7	Feldwicklung rückwärts	grau
Kontakt 8	Beleuchtung hinten (-)	gelb
Kontakt 9	ohne Belegung *	



* Werden diese Kontakte mit Sonderfunktionen belegt, ist unbedingt eine Kurzschluss-Sicherung (Schutzdiode) gegen Verpolung einzubauen, um bei falschem Einstecken Schäden zu verhindern.

Piktogramm:

Fahrzeuge mit werkseitig eingebauter Schnittstelle sollen auf der Verpackung deutlich mit dem Kennbuchstaben M/b und dem nebenstehenden Piktogramm gekennzeichnet werden.



Normen Europäischer Modellbahnen

Elektrische Schnittstelle
Ausführung Groß (L)

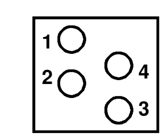
NEM
654
1 Seite

Empfehlung **Ausgabe 2007**
(ersetzt Ausgabe 1995)

Basierend auf Festlegungen in NEM 650 ist die Schnittstelle der Ausführung Groß (L) wie folgt definiert.

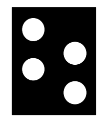
Kontaktbelegung und funktionelle Zuordnung der Kabelfarben:

Kontakt 1	Motoranschluss 1	orange
Kontakt 2	Motoranschluss 2	grau
Kontakt 3	Stromabnahme links	schwarz
Kontakt 4	Stromabnahme rechts	rot



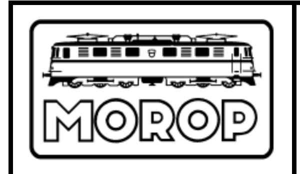
Piktogramm:

Fahrzeuge mit werkseitig eingebauter Schnittstelle sollen auf der Verpackung deutlich mit dem Kennbuchstaben L und dem nebenstehenden Piktogramm gekennzeichnet werden.



Hinweis:

Schnittstellen nach diesem Normblatt entsprechen denjenigen nach NMRA RP 9.1.1 (Revisionsstand: Juli 2003).



Normen Europäischer Modellbahnen

Elektrische Schnittstelle
Kupplungsaufnahme, innere Anordnung

NEM 655

Empfehlung **Maße in mm** **Ausgabe 2003**

Ersetzt Ausgabe 1997

1. Zweck der Norm

1.1 Bei **festgekuppelten** Zugeinheiten können die nach NEM genormten Kupplungsaufnahmen mit Hilfe elektrischer Kontaktflächen und elektrisch leitender Kurzkupplung zur Übertragung von Versorgungs- und Steuerströmen benutzt werden.

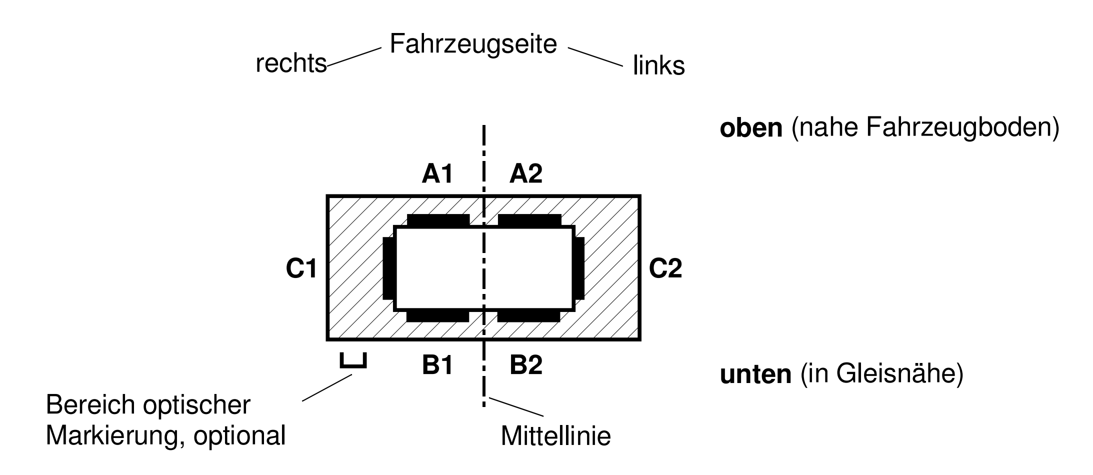
1.2 Die Benutzung der Kupplungsaufnahmen, die der unten abgebildeten Form entsprechen, als elektrische Schnittstellen verlangt die Definition der Fahrzeugseitenzuordnung der Kontakte und die Festlegung ihrer Funktion.

2. Ausführung der elektrischen Schnittstelle Kupplungsaufnahme

2.1 Kontaktflächen

Die Innenseiten der Kupplungsaufnahme können durch das Anbringen von Kontaktflächen als Verbindungselemente zur Übertragung von Versorgungs- bzw. Steuerströmen benutzt werden. Die obere bzw. untere Fläche ist wegen ihrer Breite für zwei Kontaktflächen nutzbar. Die in Abb.1 dargestellte Vorderansicht von Fahrzeugende 1 zeigt die Kontaktflächenverteilung. [1)]

Abb. 1: Kontaktflächenverteilung der Kupplungsaufnahme, schematisch



Anmerkung 1: Die Vorderansicht der Kupplungsaufnahme am Fahrzeugende 2 des Fahrzeuges ist spiegelsymmetrisch zur Mittellinie in Abb.1 (d. h. die Seitenzuordnungen der Kontakte bleiben erhalten)!

Anmerkung 2: Fahrzeugende 1 ist zu kennzeichnen. Bei Zügen ist das Triebfahrzeug Ende 1. Bei Zügen mit zwei Triebköpfen oder beidseitigen Steuerwagen ist einer als Ende 1 zu bestimmen.

2.2 Anbringung der Kontaktflächen

Auf den Innenseiten der Kupplungsaufnahmen angebrachte Kontaktflächen dürfen die Innenmaße nach NEM nicht verändern.

Die Anbringung von elektrisch leitenden Verbindungselementen zum Fahrzeug darf die mechanische Funktion der Kupplung als Ganzes nicht beeinträchtigen.

Die Kontakte sind stets paarweise anzubringen.

[1)] Bezogen auf das definierte Fahrzeugende 1 steht die rechte Fahrzeugseite rechts in Laufrichtung vorwärts!

2.3 Funktion der Kontaktflächen (bezogen auf Fahrzeugende 1)

Kontakte	Übertragungsfunktion	Bemerkung
A1, A2	Fahrstrom	A1: rechte Fahrzeugseite, optische Markierung optional A2: linke Fahrzeugseite
B1, B2	Steuerleitungen, alternativ : Fahrstrom	B1: rechte Fahrzeugseite[2)] B2: linke Fahrzeugseite
C1, C2	Steuerleitungspaar, Option	

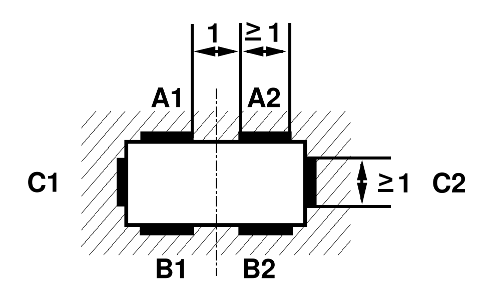
Anmerkung 3: Werden Fahrzeuge innerhalb eines Zuges nicht richtungsbezogen gekuppelt, dann sind die Leitungen #1 mit #2 [3)] vertauscht. Die von den Steuer- bzw. Versorgungsleitungen betriebenen Innenschaltungen der Fahrzeuge müssen deshalb unempfindlich gegen Umpolung sein!

Sonderfall:

Wenn wegen des innerhalb der Fahrzeuge angewandten Stromversorgungssystems nur eine Einzelleitung vorhanden ist oder wegen erhöhter Strombelastung der Leiterquerschnitt vergrößert werden soll, können die Kontaktflächenpaare #1 - #2 fahrzeugintern oder durch die Kurzkupplung zu einer Kontaktfläche # zusammengelegt werden. Innerhalb der Kupplungsaufnahme bleiben die Kontaktflächen als Voraussetzung zur Anwendung anderer Schaltungsvarianten[4)] getrennt. Zusammengelegte Kontakte werden mit dem zugehörenden Kennbuchstaben bezeichnet. Bei Verwendung für den Fahrstromkreis ist Kontakt A der rechten und Kontakt B der linken Fahrzeugseite zuzuordnen.

2.4 Abmessungen

Abb. 2: Abmessungen und Lage der Kontaktflächen in der Kupplungsaufnahme (Seitenzuordnung nach Abb. 1)



[2)] B2 darf auch Rückleiter zu B1 sein.
[3)] # ist Platzhalter für A, B, oder C.
[4)] Die Nutzung anderer Schaltungsvarianten ist nicht Gegenstand dieser Norm, Anwendung und Nutzung obliegen allein der Verantwortung des Anwenders.

1. Zweck der Norm

1.1 Bei **festgekuppelten** Zugeinheiten können die nach NEM genormten Kupplungsaufnahmen mit Hilfe außen angebrachter elektrischer Kontakte und elektrisch leitender Kurzkupplungen zur Übertragung von Versorgungs- und Steuerströmen benutzt werden.

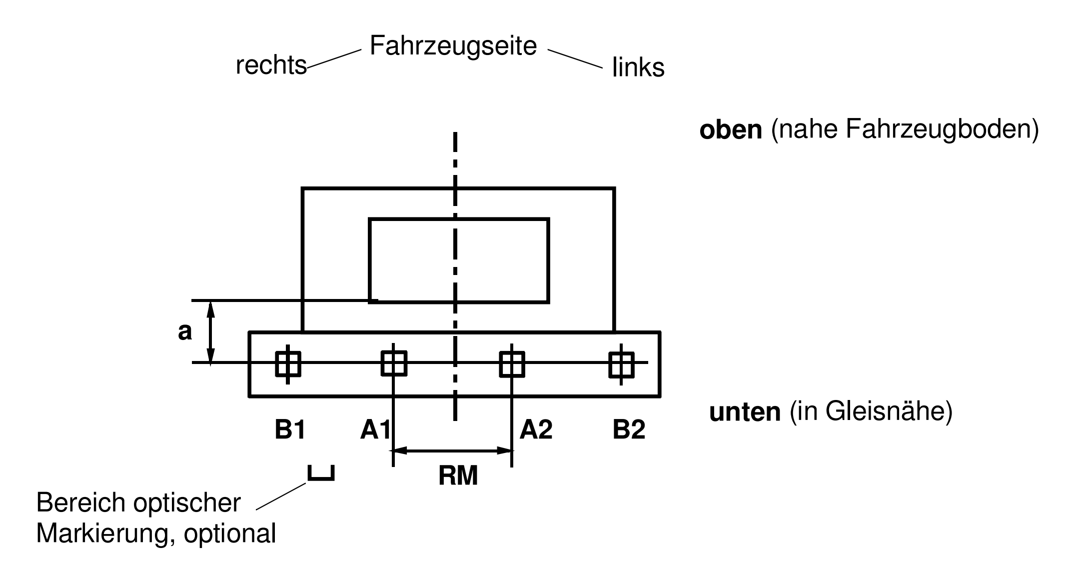
1.2 Die Benutzung der Kupplungsaufnahmen, die der unten abgebildeten Form entsprechen, als elektrische Schnittstelle verlangt die Definition der Fahrzeugseitenzuordnung der Kontakte und die Festlegung ihrer Funktion.

2. Ausführung der elektrischen Schnittstelle Kupplungsaufnahme

2.1 Kontaktelemente

An der Kupplungsaufnahme können, passend zu den konstruktiven Bedingungen, kommerziell hergestellte elektrisch leitende Kontakte (einreihige Pfostensteckverbinder) [1)] oder Teile davon [2)] außen an der Unterwand der Kupplungsaufnahme als Verbindungselemente zur Übertragung von Versorgungs- bzw. Steuerströmen [3)] mittels gesteckter Verbindungskabel angebracht werden (siehe vierpoliges Beispiel in Abb.1).

Abbildung 1 Ansicht der Kupplungsaufnahme mit 4-poliger Standard-Buchsenleiste bei Sicht auf Fahrzeugende 1 [4)]. (RM = Rastermaß, siehe 2.2.4)



Anmerkung 1: Die Vorderansicht der Kupplungsaufnahme am Fahrzeugende 2 des Fahrzeuges ist spiegelsymmetrisch zur Mittellinie in Abb.1 (d. h. die Seitenzuordnungen der Kontakte bleiben erhalten)!

Anmerkung 2: Fahrzeugende 1 ist zu kennzeichnen. Bei Zügen ist das Triebfahrzeug Ende 1. Bei Zügen mit zwei Triebköpfen oder beidseitigen Steuerwagen ist Ende 1 zu bestimmen.

---

1) Standardgemäß hergestellte kommerzielle Steckverbindungen sind sehr kontaktsicher und kostengünstig.
2) Beispielsweise können Federelemente direkt in angefügte Elemente der Kupplungsaufnahme eingesetzt werden.
3) Zum Beispiel mit elektrisch leitenden Kurzkupplungen.
4) Bezogen auf das definierte Fahrzeugende 1 steht die rechte Fahrzeugseite **rechts** in Laufrichtung vorwärts!

2.2 Anbringung der Kontakte

2.2.1 An den Kupplungsaufnahmen angebrachte Kontakte dürfen die Innenmaße nach NEM nicht verändern.
Die Anbringung von elektrisch leitenden Verbindungselementen zum Fahrzeug darf die mechanische Funktion der Kupplung als Ganzes nicht beeinträchtigen.
Die Kontakte sind stets paarweise anzubringen.

2.2.2 Die Rastermaße der Steckverbinder betragen bei den Nenngrößen:

größer H0: RM 2,54 H0: RM 2,0 kleiner H0: RM 1,27

2.2.3 Steckfähigkeit für Anschlüsse:
An der Kupplungsaufnahme befinden sich stets Buchsenelemente. Die Buchsen müssen aus Gründen der Kompatibilität für runde und quadratische Stifte geeignet sein.

RM 2,54	rund: Ø 0,50 ... 0,56	quadratisch: 0,45 x.0,45 .. 0,55 x 0,55
RM 2,00	rund: Ø 0,50 ... 0,56	quadratisch: 0,45 x.0,45 .. 0,55 x 0,55
RM 1,27	rund: Ø 0,35 ... 0,45	

2.2.4 Maß a - Abstand zwischen innerer Unterkante und Mitte Federleiste
Bei industrieller Anwendung dieser Norm beträgt das Maß **a = 2 mm** für alle unter 2.2.2 angegebenen Rastermaße.

2.3 Funktion der Kontakte (bezogen auf Fahrzeugende 1)

Kontakte	Übertragungsfunktion, 4- oder 2-polig	Bemerkung/Bezeichnung
A1, A2	Fahrstromfunktion	A1 : rechte Fahrzeugseite A2 : linke Fahrzeugseite
B1 B2	Einzelsteuerleitung Einzelsteuerleitung	Steuerfunktion 1, Rückleiter A1 oder A2 Steuerfunktion 2, Rückleiter A1 oder A2 [5)]
C1, C2	Option	Wenn erforderlich Seitenzuordnung wie bei A und B

Anmerkung 3: Werden Fahrzeuge innerhalb eines Zuges nicht richtungsbezogen gekuppelt, sind die Leitungen #1 mit #2 [6)] vertauscht. Die von den Steuer- bzw. Versorgungsleitungen betriebenen Innenschaltungen der Fahrzeuge müssen deshalb unempfindlich gegen Umpolung sein!

Anmerkung 4: Bei zweipoliger Ausführung dürfen die Kontakte A1, A2 auch mit anderen Funktionen belegt werden.

3. Sonderfall:

Wenn wegen des innerhalb der Fahrzeuge angewandten Stromversorgungssystems nur eine Einzelleitung vorhanden ist oder wegen erhöhter Strombelastung der Leiterquerschnitt vergrößert werden soll, können bei vierpoligen Verbindungen die nebeneinander liegenden Kontaktpaare A1, B1 bzw. A2, B2 fahrzeugintern oder durch die Kurzkupplung zu einem Kontakt zusammengelegt werden. Im Bereich der Kupplungsaufnahme bleiben die Kontakte als Voraussetzung zur Anwendung anderer Schaltungsvarianten[7)] getrennt. Zusammengelegte Kontakte werden mit der zugehörenden Kennzahl bezeichnet. Bei Verwendung für den Fahrstromkreis sind Kontakt 1 der rechten und Kontakt 2 der linken Seite zuzuordnen.

[5)] B2 darf auch Rückleiter zu B1 sein.

[6)] # ist Platzhalter für A, B, oder C.

[7)] Die Nutzung anderer Schaltungsvarianten ist nicht Gegenstand dieser Norm; Anwendung und Nutzung obliegen allein der Verantwortung des Anwenders.

1. Zweck der Norm

Diese Empfehlung definiert aus Steckverbindern bestehende betriebssichere Schnittstellen (Standard-Schnittstellen) für elektrisch betriebenes Zubehör.

Steckverbinder erleichtern die Handhabung des Zubehörs unter/auf Modellbahnanlagen beim Einbau und bei Reparaturen und begünstigen den technischen Fortschritt der Modellbahnsteuerungen.

2. Ausführung der elektrischen Zubehör-Schnittstellen [1]

Für die Verbindung des Zubehörs mit den Steuerleitungen werden zweireihige Pfostensteckverbinder nach DIN EN / IEC 60 603-13 im Rastermaß 2,54 mm (0,1“) vorzugsweise mit **10** Kontaktstiften verwendet. Dieser Steckverbinder ist die **Standard-Zubehörschnittstelle (Ausführung A)**.

Weitere Einsatzfälle sind:

Zur Direktverbindung von elektrisch und logisch gekoppeltem Zubehör [2] wird eine **sekundäre Standard-Zubehörschnittstelle (Ausführung B, 6 Stifte**) verwendet.

Bei Zubehör mit interner Schnittstelle [3] werden **Zusatzschnittstellen** (**Ausführung Z,** siehe 4.), verwendet.

Die Steckverbindungen dürfen wahlfrei in der Ausführung **gerade** oder **abgewinkelt** mit oder ohne Verpolschutz angebracht werden.

3. Grundsätze der Kontaktbelegung

3.1 Standard-Zubehörschnittstelle 10-polig und 6-polig

Durch die Zubehörschaltung nicht genutzte Kontakte bleiben frei. Eine Kodierung der Schnittstelle ist nicht erforderlich, wenn die Steuergeräte die gleiche Anschlussbelegung verwenden!

3.1.1 Stromversorgungsleitungen [4]

Kontakt 1	Rückleiter der AC/DC- oder digitalen Betriebsspannung [5]
Kontakt 10 bzw. 6	Betriebsspannung, positiver Pol DC- oder 1. bzw. markierter Pol der AC- oder digitalen Spannung

Bemerkung: Bei Erfordernis können zwecks Leiterquerschnittserhöhung die Kontakte 2 mit 1 sowie 9 mit 10 an den Stiftleisten(!) leitend verbunden werden. Das ist im gesamten Steuersystem bzw. Teilsystem zu berücksichtigen und einheitlich bei allen Verbindungen einzuführen!

3.1.2 Steuerleitungen

Kontakt 2 und höher	für Ausgänge (Melde- und Rückmeldesignalleitungen)
Kontakt 9 (5) und niedriger	für Eingänge (Stellsignalleitungen)

Bemerkung: Wegen der Vielfalt elektrisch beeinflussten Zubehörs mit sehr unterschiedlichen elektrischen bzw. elektromagnetischen Steuerungen sollte vorstehende Festlegung vorzugsweise eingehalten werden.

---

1 Neuentwicklungen von Zubehör, dessen Antriebe oder Interface-Schaltungen sollten zumindest für den Einsatz dieser Schnittstelle vorbereitet oder nachrüstbar gestaltet werden.
2 Weichenpaar in Gleisverbindung, Verbindung Hauptsignal – Vorsignal. Die Sekundärschnittstelle B befindet sich sowohl am steuernden als auch am gesteuerten Zubehör. Bei Einzelanwendungen wird stets die Standard-Zubehör-Schnittstelle A (10-polig) angewendet.
3 Zwischen Antriebs- oder Schnittstellenbaugruppe und dem gesteuerten Zubehörelement (z. B. Stromzuführung zum Weichenherzstück oder zu Signal-Leuchtdioden)
4 Bei Steckverbindern mit von 10 abweichender Kontaktzahl wird immer der letzte (höchste) wie Kontakt 10 beschaltet.
5 Die ausgewählte Betriebsspannung gilt für das gesamte System bzw. Teilsystem (z. B. alle Weichenantriebe mit gleicher Betriebsstromart).

4. Steckverbinder der Zusatzschnittstelle Z

Zusatzsteckverbinder werden frei entsprechend den elektrischen und mechanischen Bedingungen in Lage, Zahl der Anschlüsse und Ausführung in Form von Standardsteckverbindern [6] gewählt. Bei Erfordernis können Steuerleitungen der Zusatzschnittstelle als Direktverbindung auf die Standard-Zubehörschnittstellen gelegt werden.

5. Sonderfall: Einfaches elektrisch betriebenes Zubehör

Einfaches elektrisch betriebenes Zubehör, z. B. Straßenlaternen, werden mit Standard-Stiftleisten wählbaren Rastermaßes, bei Erfordernis verpolsicher ausgerüstet, deren Kontaktzahl dem jeweiligen Zweck angepasst ist. Es gelten die gleichen Grundsätze wie für Zusatzschnittstellen (siehe 4.).

6. Vorzugszahlen für die Kontaktanzahl

Für die Anzahl von Steckerstiften der zweireihigen Pfostensteckverbinder wird folgende Reihung zur Auswahl gestellt:

n = 4 (2 x 2); n = 10 (2 x 5) – **Standard A**
n = 6 (2 x 3) - **Standard B** n = 14 (2 x 7).

7. Lagebestimmung des Anschlusses Kontakt 1

Der Kontakt 1 der Stiftleiste ist entsprechend DIN EN / IEC 60 603-13 zu markieren [7].

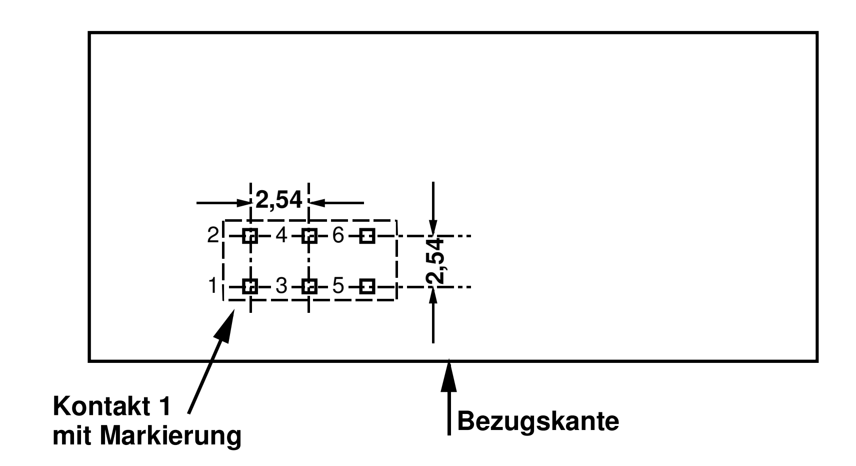


Abb. 1: Lageskizze für Kontakt 1 bei Draufsicht auf den Steckverbinder für Pfostenstecker 2 x 3 (Ausführung gerade) und Zählfolge der Kontakte (1. Reihe ungerade, 2. Reihe gerade Zahlen).

[6] Diese Verbindung darf auch ohne Steckverbinder gestaltet werden; soll nach Möglichkeit aber vorbereitet sein.
[7] Bei einreihigen Steckverbindern Zählrichtung von links bei 1 beginnend, Markierung von Anschluss 1; die Zuordnung zur Bezugskante sinngemäß wie bei zweireihiger Ausführung (siehe Abbildung 1).



Normen Europäischer Modellbahnen

Elektrische Schnittstelle Standard PluX8 / 12 / 16 / 22

NEM 658

Empfehlung **Maße in mm** **Ausgabe 2012**
(ersetzt Ausgabe 2011)

1. Zweck der Norm

Diese Norm legt einheitliche Schnittstellen nach dem Standard PluX zum sicheren und schnellen Einbau oder Austausch von Elektronikbaugruppen (Decoder oder andere) in Fahrzeugen fest, die je nach Funktionsumfang aus 8-, 12-, 16- oder 22-poligen Steckverbindern bestehen.

2. Beschreibung der Schnittstelle

Die Schnittstelle kann bei Fahrzeugen mit Gleichstrommotoren und/oder Funktionsdecodern eingesetzt werden.

2.1 Mechanische Eigenschaften

Die Schnittstelle auf der Systemplatine besteht aus einer 8-, 12-, 16- oder 22-poligen zweireihigen Buchsenleiste mit dem Rastermaß 1,27 mm.
Die Buchsenleisten sollen mit Baugruppen der passenden Stiftzahl bestückt werden. Werden Baugruppen geringerer Stiftzahl als die der Buchsenleiste eingesetzt, können nicht alle fahrzeugseitig vorbereiteten Funktionen verfügbar sein.
Werden Baugruppen größerer Stiftzahl als die der Buchsenleiste eingesetzt (sofern der Einbauraum und vorhandene Leerbohrungen das zulassen), können nicht alle decoderseitig vorbereiteten Funktionen ausgeführt werden.
Die Elektronikbaugruppen tragen Stiftleisten, sie sind auf der Unterseite der Elektronikbaugruppe angeordnet (siehe Bild 1).

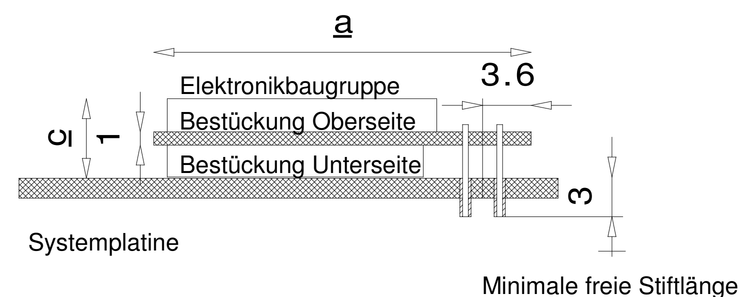


Bild 1: Anordnung des Decoders auf der Systemplatine, Maße nach Tabelle 2

Stift- und Buchsenleisten sind in zwei Reihen zu 4, 6, 8 oder 11 Kontakten angeordnet und vorzugsweise direkt in die Platinen eingelötet. Die Mitte der Stiftleiste ist 3,6 mm vom Platinenrand der Elektronikbaugruppe angeordnet.
Stifte und Buchsen entsprechen den üblichen Abmessungen dieses Steckverbindertyps. Die Stifte haben entweder ein quadratisches Profil mit 0,40 mm Kantenlänge oder ein rundes Profil mit einem Durchmesser von 0,43 mm, eine vergoldete Oberfläche und eine Kontaktbelastbarkeit von max. 1A.
Vertauschungssicherheit der jeweiligen Schnittstellenausführung wird mit dem Weglassen der Stifte 11 und der Blockierung der zugehörenden Buchsen erreicht (Indizierung siehe Bild 2).

Entscheidend für die sichere Funktion der Steckverbindung ist die Einhaltung der freien Stiftlänge unterhalb der Baugruppenunterseite mit einer Mindestlänge von 3 mm und der Buchsenlänge von mindestens 2 mm.
Fahrzeuge mit werkseitig eingebauter Schnittstelle müssen auf der Verpackung deutlich mit den Kennbuchstaben PluX8, PluX12, PluX16, PluX16-S oder PluX22 gekennzeichnet werden.

2.2 Elektrische Eigenschaften

Hersteller der Baugruppen müssen die maximal den Ausgängen der Baugruppen entnehmbaren Ströme spezifizieren.
Sind die (Fahrzeug-) Beleuchtungen nicht separat herausgeführt, so werden diese mit F0f (Beleuchtung vorne) und F0r (Beleuchtung hinten) umgeschaltet.
Die Sonderfunktionen (Ein- / Ausgänge A - C) werden, soweit vorhanden, an Lötpunkten auf der Systemplatine herausgeführt.
Werden Baugruppen aus räumlichen Gründen mit Flachbandkabeln und konfektioniertem Stecker / Buchse angeschlossen, so sind die Kabelfarben nicht bindend, sie gelten nur für Einzelleitungen.

2.3 Kontaktbelegungen der Schnittstelle für den Einsatz von Decodern

Die Kontaktbelegung der Schnittstelle in der Ausführung PluX ist in Tabelle 1 definiert:

Tabelle 1: Kontaktbelegung, Kabelfarbe und Beschreibung der Funktion

PluX8 Pin	PluX12 Pin	PluX16 Pin	PluX22 Pin	Name	Farbe	Beschreibung
			1	GPIO/C		Allgemeiner Eingang/Ausgang
			2	AUX3		Ausgang 3
		3	3	GPIO/B		Zugbus-Takt[1)]
		4	4	GPIO/A		Zugbus-Daten[1)]
		5	5	GND		Decoder Minus, Abgriff nach Gleichrichter
		6	6	V+ Cap.	blau	Decoder Plus, Abgriff nach Gleichrichter, Anschluss Speicherkondensator
7	7	7	7	F0f	weiß	Licht Fahrtrichtung vorwärts
8	8	8	8	Motor +	orange	Motoranschluss plus
9	9	9	9	V+	blau	Decoder Plus, Abgriff nach Gleichrichter
10	10	10	10	Motor -	grau	Motoranschluss minus
11	11	11	11	Index		Nicht benutzt, Kodierung
12	12	12	12	Stromabnahme rechts	rot	Stromabnahme rechts in Fahrtrichtung vorwärts
13	13	13	13	F0r	gelb	Licht Fahrtrichtung rückwärts
14	14	14	14	Stromabnahme links	schwarz	Stromabnahme links in Fahrtrichtung vorwärts
	15	15	15	LS/A		Lautsprecher Anschluss A
	16	16	16	AUX1	grün	Ausgang 1, Zugschlussbeleuchtung in Fahrtrichtung vorwärts
	17	17	17	LS/B		Lautsprecher Anschluss B
	18	18	18	AUX2	violett	Ausgang 2, Zugschlussbeleuchtung in Fahrtrichtung rückwärts
			19	AUX4		Ausgang 4
			20	AUX5		Ausgang 5
			21	AUX6		Ausgang 6
			22	AUX7		Ausgang 7

[1)] Die Prozessorpins des Zugbusses werden mit einer Serienimpedanz von maximal 470 Ohm direkt herausgeführt.

Hinweis: Schnittstellen nach diesem Normblatt entsprechen denjenigen nach NMRA RP-9.1.1 Ausgabe vom Januar 2008, ergänzt durch PluX12.

3. Abmessungen des Raumes für Elektronikbaugruppen

Die Elektronik-Baugruppen sind, außer bei PluX12, symmetrisch zu den Schnittstellen angeordnet. Bei PluX12 ist die Baugruppe um 1,27 mm (1 Pin-Raster) in Richtung Pin 7/8 versetzt außermittig angeordnet. Das gilt entsprechend auch für den zu reservierenden Einbauraum.

Tabelle 2: Abmessungen des zu reservierenden Raumes für Elektronikbaugruppen in mm

	PluX8 klein	PluX8 groß	PluX12	PluX16	PluX16-S (Sound)	PluX22
Länge a	15,0	20,0	20,0	20,0	28,0	35,0
Breite b	9,0	11,0	11,0	11,0	16,0	16,0
Höhe c	3,5	4,2	4,2	4,2	6,0	6,0

Anmerkung: Der Einbauraum für den Decoder im Fahrzeug ist so zu bemessen, dass dieser mit den Maximalabmessungen gemäß Tabelle 2 zwängungsfrei und ohne Spezialwerkzeuge eingebaut werden kann.

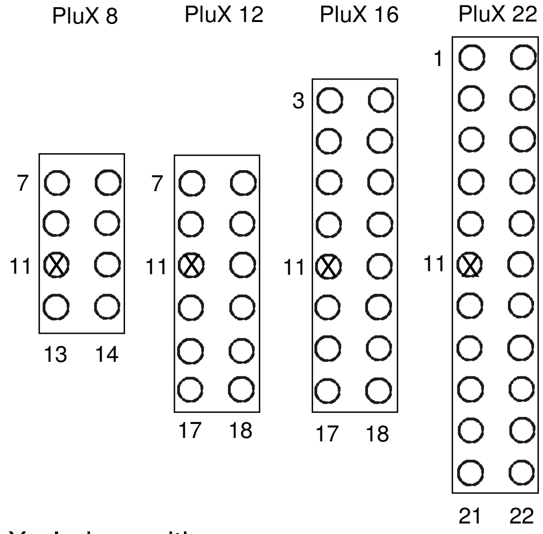


Bild 2: Zuordnung der Steckverbinder-Varianten der Ausführung PluX und Kennzeichnung der Indizierung, Ansicht auf Buchsenleiste

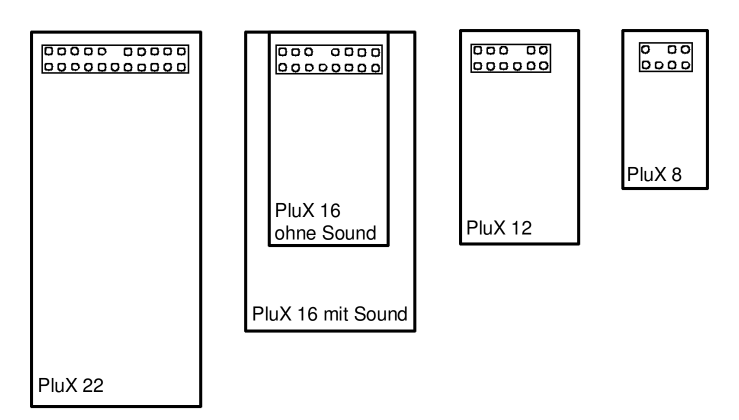


Bild 3: Größenvergleich der für die Elektronikbaugruppen reservierten Flächen abhängig von den PluX-Varianten (schematisch, etwa 1:1), Ansicht auf Oberseite des Decoders

4. Betrieb ohne Decoder

Im Betrieb ohne Decoder ist ein Brückenstecker einzusetzen, der mindestens die Buchsen von Stromabnahme rechts (12) mit Motor+ (8) und Stromabnahme links (14) mit Motor- (10) verbindet. Bei vorhandener Fahrzeugbeleuchtung sind auch die Brückenverbindungen zu den entsprechenden Stiften herzustellen.

1. Zweck der Norm

Die Norm definiert die Erweiterung von Schnittstellen in Fahrzeugmodellen nach NEM 650ff. für den Betrieb von zusätzlichen Funktionsmodulen. Sie ermöglicht ihren einfachen Ein- bzw. Umbau und bei Bedarf einen Wechsel der Betriebsarten analog oder digital.

Im Gegensatz zur erweiterten Schnittstelle nach NEM 658 und bei entsprechender Auswahl der Steckverbinder ermöglicht die Schnittstelle nach dieser Norm höhere Ströme und damit den Einsatz bei Fahrzeugen größer als H0.

2. Beschreibung der erweiterten Schnittstelle

Die Schnittstellenerweiterung wird in Verbindung zu einer Schnittstelle nach NEM 650ff. verwendet (siehe auch NEM 650 – 652 und 654).
Sie wird an eine der Schnittstellen angereiht (Bild 1, Einzelheit a) oder durch räumlich getrennte Anordnung zu ihr erweitert (Bild 1, Einzelheit b).
Beide Anordnungen dürfen kombiniert werden.
Die Anzahl der angereihten oder getrennt erweiterten Kontakte ist nicht begrenzt.

2.1 Anreihungen

Für Anreihungen sind nur gleichartige Bauelemente einzusetzen.
Durch die Anreihung geht die Vertauschungssicherheit der Schnittstelle nach NEM 650ff. verloren und muss durch mechanisch wirkende Elemente wieder hergestellt werden.
Bei Anreihungen an die Schnittstelle NEM 652 darf der nicht benutzte Kontakt 3 zur Herstellung der Vertauschungssicherheit benutzt werden.
Bei Anreihungen darf für bestimmte, bisher nicht definierte Anwendungen ausnahmsweise der freie Kontakt 3 der Schnittstelle NEM 652 nach Kennzeichnung durch den Hersteller verwendet werden.
Die Einhaltung der Grundabmessungen der Steckverbinder ermöglicht im Fall der Anreihung auch geteilte Stecker.

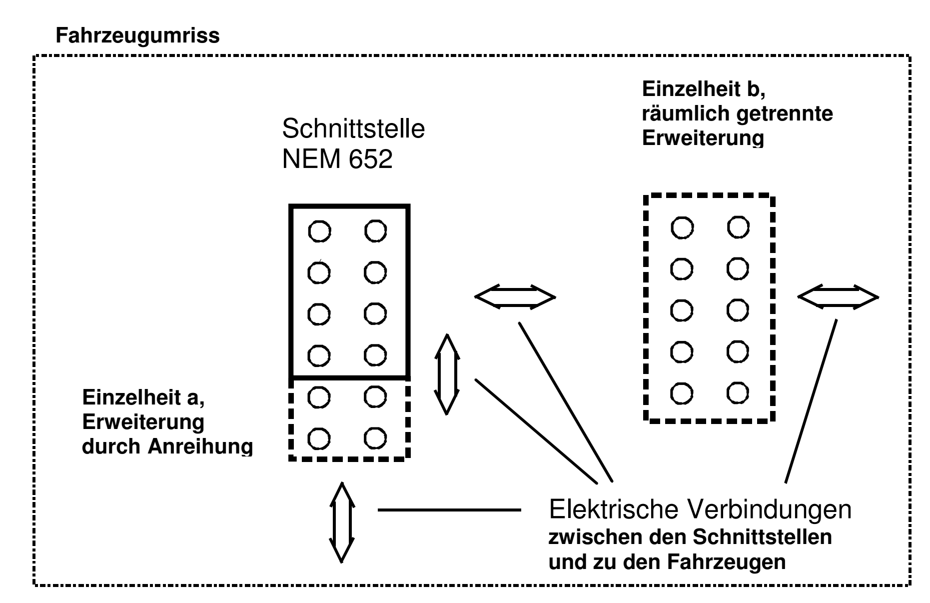


Bild 1 Die Darstellung zeigt schematisch und beispielhaft für die Schnittstelle NEM 652 die Schnittstellenerweiterungen durch Anreihung (Einzelheit a) und durch räumlich getrennte Anordnung (Einzelheit b).

2.2 Getrennte Erweiterungen

Für räumlich getrennte Erweiterungen dürfen andere Rastermaße und Steckverbinder gewählt werden, wenn es durch die konstruktiven Bedingungen sinnvoll ist.
Bei größerer Anzahl der erweiterten Kontakte und/oder konstruktivem Erfordernis ist eine Teilung in mehrere Schnittstellen möglich.
Die getrennt erweiterten Steckverbinder sollen Buchsen tragen.

Hinweis: Wenn in Ausnahmefällen Steckverbinder vom Typ „getrennte Erweiterung" mit Stiften ausgestattet sind, müssen sie im offenen Zustand durch geeignete isolierende Umhüllung gegen unbeabsichtigte Berührung mit metallischen Gegenständen zur Vermeidung von Kurzschlüssen geschützt sein.

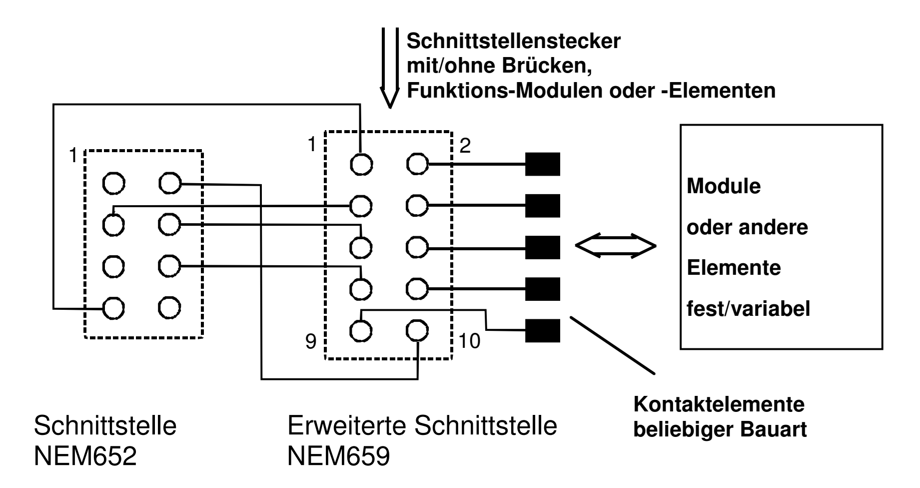


Bild 2 Die Abbildung zeigt beispielhaft die Verknüpfung einer 10-poligen Erweiterungsschnittstelle mit der Schnittstelle NEM 652 (siehe dazu Tabelle 2).

3. Kontaktbelegung

Für die an Schnittstellen nach NEM 650ff. angereihten Kontakte erfolgt keine grundsätzliche Festlegung, sie folgt dem konstruktiven Erfordernis und ist in den Betriebsanleitungen zu dokumentieren.
Für alle räumlich getrennten Erweiterungsschnittstellen ist die Kontaktbelegung nach Tabelle 1 einzuhalten. Bei diesen Schnittstellen ist Kontakt 1 zu kennzeichnen.
Die Zählweise der Kontakte folgt dem Prinzip aus den NEM 650ff., d. h. beginnend bei dem markierten Kontakt 1 wird bei Sicht auf den Steckverbinder nach rechts um ihn herum gezählt. Angereihte Kontakte werden in die Zählung einbegriffen.
Die Kontaktbelegung der unveränderten Schnittstellen nach NEM 650ff. ohne Anreihung darf nicht verändert werden.

Tabelle 1: Kontaktbelegung der räumlich getrennten Schnittstellen

Kontakt	Bezeichnung
1	Linke Schiene oder Minuspol der internen Spannungsquelle
n (höchstwertig)	Rechte Schiene oder Pluspol der internen Spannungsquelle

Hinweis: Sollte in Ausnahmefällen sowohl die Fahrspannung als auch eine interne Betriebsspannung an der Erweiterungsschnittstelle erforderlich sein, so ist sie an die innen nächstfolgenden Kontakte 2 (Minuspol) und n-1 (Pluspol) zu legen.

4. Betriebsbedingungen

Bei der Dimensionierung der zwischen den Erweiterungen erforderlichen Leiterzüge ist auf deren zulässige Strombelastbarkeit zu achten (siehe auch NEM 650).
Die Modulschnittstelle ist durch geeignete Maßnahmen gegen Verpolung zu schützen.
Die Potentialfreiheit der frei belegten Kontakte ist zu gewährleisten.

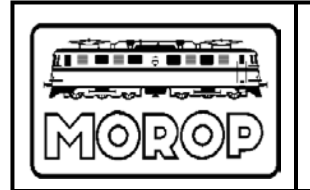
Tabelle 2 - Kontaktbelegung der Schnittstellen nach dem Beispiel Bild 2

Bezeichnung	**Funktionsmodul**	**NEM 652**
Stromabnahme rechts	10	8
Beleuchtung hinten (-)	3	2
Gemeinsamer Leiter für Beleuchtung (+)	5	7
Beleuchtung vorn (-)	7	6
Stromabnahme links	1	4
Freie Belegung der Kontakte 2, 4, 6, 8, 9		

Symbol der erweiterten Schnittstelle

→ 1	2
3	4
5	6
7	8
9	10

Hinweis: Die Belegung der freibleibenden Kontakte in diesem Beispiel ergibt sich aus den technischen Bedingungen der zusätzlichen Funktionen.
Die veränderte Zählweise gemäß internationalen Regeln für Steckverbinder-Kontakte des Funktionsmoduls ist im Vergleich zur Belegung nach NEM 652 zu beachten.



Normen Europäischer Modellbahnen

Elektrische Schnittstelle 21MTC

NEM 660

Empfehlung **Maße in mm** **Ausgabe 2012**
(ersetzt Ausgabe 2011)

1. Zweck der Norm

Diese Norm legt eine einheitliche Schnittstelle zum sicheren und schnellen Einbau oder Austausch von Elektronikbaugruppen (Decoder, Funktionsdecoder) fest.

2. Beschreibung der Schnittstelle

Die Schnittstelle ist einsetzbar mit Wechselstrommotoren (2 Feldspulen), Gleichstrommotoren oder Glockenankermotoren. Die Schnittstelle stellt bis zu 8 Funktionsausgänge sowie 2 Sensoreingänge zur Verfügung. Der Einbauraum sowie die Größe des Decoders sind Bestandteil der Schnittstelle.

2.1 Mechanische Eigenschaften

Die Schnittstelle auf der Systemplatine besteht aus einer 22-poligen zweireihigen Stiftleiste mit dem Rastermaß 1,27 mm. Die Abmessungen des Decoders betragen maximal 30 (L) x 15,5 (B) x 6,5 (H) mm. Auf der Systemplatine muss der Einbauraum so beschaffen sein, dass der Decoder zwängungsfrei eingesteckt werden kann.

Stift- und Buchsen-Leiste sind in zwei Reihen zu 11 Kontakten angeordnet und vorzugsweise direkt in der Platine eingelötet. Vertauschungssicherheit wird mit dem Weglassen des Stiftes 11 und der Blockierung der zugehörenden Buchse erreicht.

2.1.1 Decoder

Die Elektronikbaugruppe trägt eine Buchsen-Leiste. Sie ist auf der flachen Seite der Elektronikbaugruppe angeordnet.

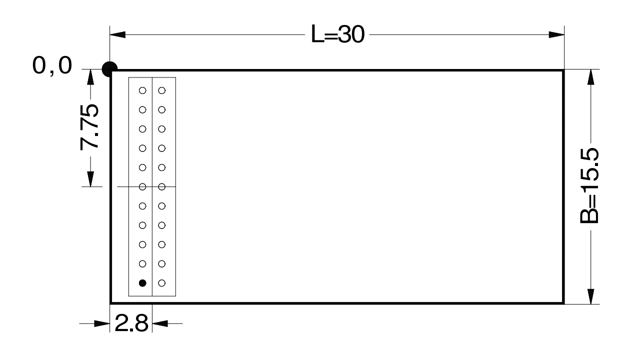


Bild1: Decoder mit Buchsen-Leiste, Draufsicht

Die Buchsen-Leiste muss vom Rand der Decoder-Platine die in Bild 1 gezeigten Abstände einhalten. Der Decoder darf kürzer als L = 30 mm sein. Die Position der Buchsen-Leiste zur Position 0,0 muss gewahrt bleiben.
Die max. Höhe des Decoders ist vorgegeben und unbedingt einzuhalten. Bild 2 illustriert die Zusammensetzung. Auf der Buchsen-Seite ist eine Höhe von max. 2,2 mm, auf der Unterseite eine Höhe von max. 3,3 mm für Bauteile einzuhalten. Die Dicke der Leiterplatte beträgt 1,0 mm.

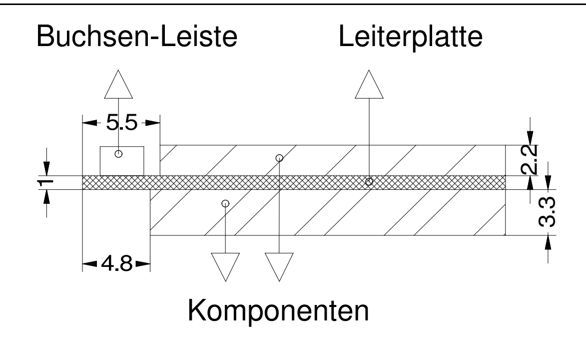


Bild 2: Decoder mit Buchsen-Leiste, Seitenansicht

Stifte und Buchsen entsprechen den üblichen Abmessungen dieses Typs von Steckverbindern. Die Stifte haben eine Länge von 3 mm und entweder ein quadratisches Profil mit 0,40 mm Kantenlänge oder ein rundes Profil mit einem Durchmesser von 0,43 mm, eine vergoldete Oberfläche und eine Kontaktbelastbarkeit von max. 1A.

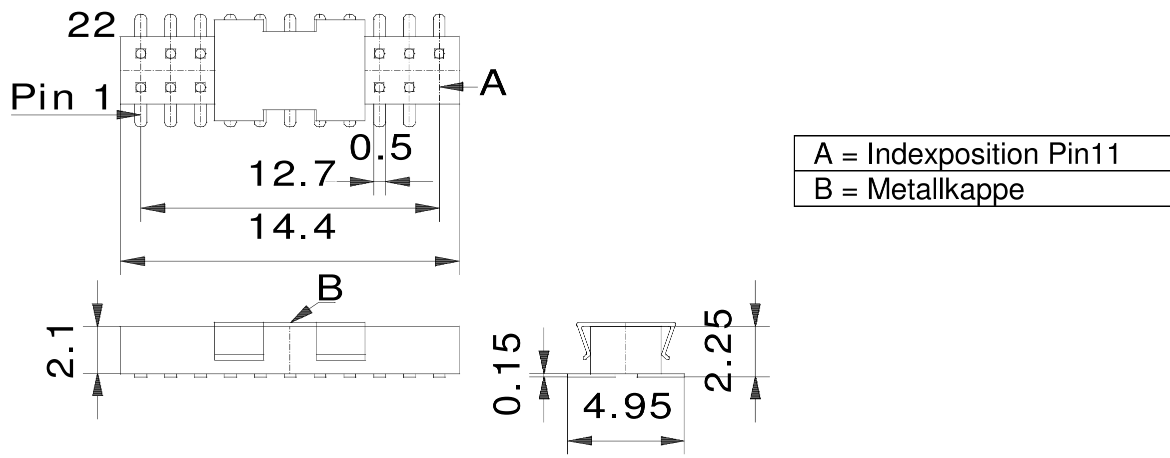


Bild 3: Buchsen-Leiste für Decoder

2.1.2. Systemplatine

Die Systemplatine muss für die Aufnahme mit den max. Abmessungen des Decoders eingerichtet sein. Eine geeignete Stecker-Leiste zeigt Bild 4.

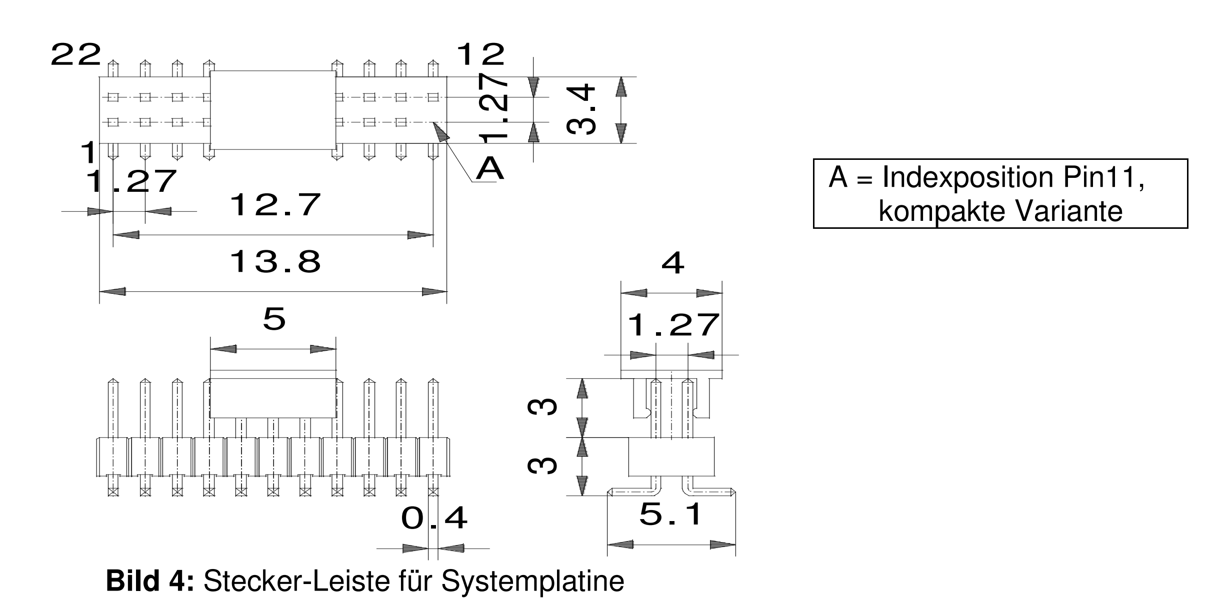


Bild 4: Stecker-Leiste für Systemplatine

2.1.3. Decoder-Einbau

Es sind zwei Varianten möglich.

2.1.3.1 Kompakte Variante

Die kompakte Variante ergibt eine möglichst niedrige Bauhöhe. Hierbei wird der Decoder mit der Buchse nach oben eingesetzt. Die Pins des Steckers werden durch die Platine des Decoders hindurch gesteckt. Der Decoder sitzt eben auf der Lokplatine auf.

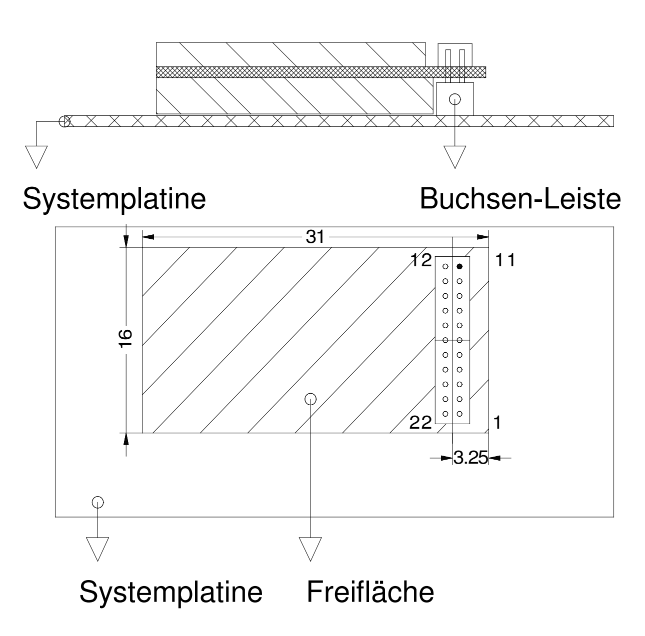


Bild 5: Kompakte Variante

2.1.3.2 Gedrehte Variante

Ist genügend Höhe vorhanden, aber kein Platz für die Freifläche auf der Systemplatine, kann der Hersteller des Fahrzeugs die gedrehte Variante einsetzen. Hierbei wird der Decoder mit der Buchse nach unten (zur Systemplatine hin) eingesteckt. Die Belegung des Steckers auf der Systemplatine muss in der Achse von Pin 6/17 gespiegelt werden.

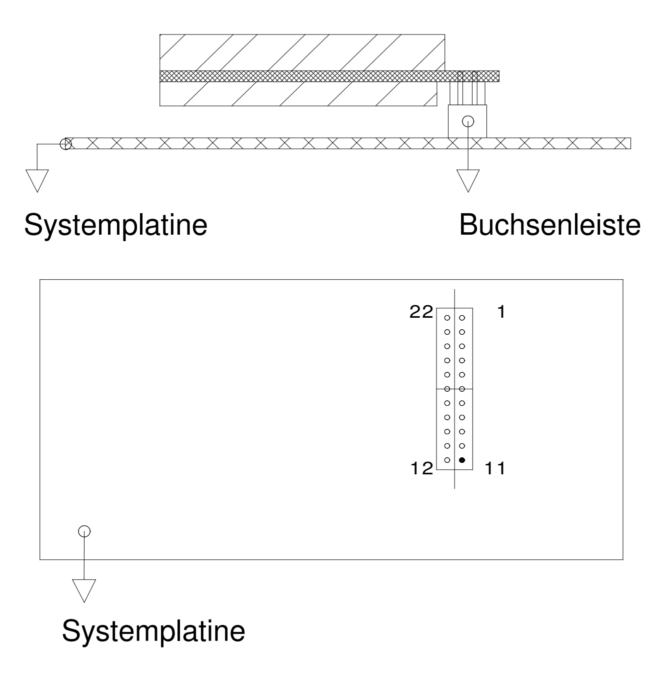


Bild 6: Gedrehte Variante

Fahrzeuge mit werkseitig eingebauter Schnittstelle nach dieser NEM müssen auf der Verpackung deutlich mit den Logo 21MTC gekennzeichnet werden.



2.2 Elektrische Eigenschaften

Hersteller der Baugruppen müssen die maximal den Ausgängen der Baugruppen entnehmbaren Ströme spezifizieren.
Werden Baugruppen aus räumlichen Gründen mit Flachbandkabeln und konfektioniertem Stecker / Buchse angeschlossen, so sind die Kabelfarben nicht bindend, sie gelten nur für Einzelleitungen.

2.3 Kontaktbelegungen der Schnittstelle für den Einsatz von Decodern

Die Kontaktbelegung der Schnittstelle in der Ausführung 21MTC ist in Tabelle 1 definiert:

Tabelle 1: Kontaktbelegung und Beschreibung der Funktion

Pin	Name	Farbe	Beschreibung	Gruppe
1	Input1		Sensor-Eingang 1	4
2	Input2		Sensor-Eingang 2	4
3	AUX6		Zugbus-Takt	8
4	AUX4		Zugbus-Daten	8
5	ZBCLK		Taktgeber Zugbus	7
6	ZBDTA		Daten Zugbus (TxD, RxD)	7
7	F0r	gelb	Licht Fahrtrichtung rückwärts	5
8	F0f	weiß	Licht Fahrtrichtung vorwärts	5
9	LS/A	braun	Lautsprecher Anschluss A	6
10	LS/B	braun	Lautsprecher Anschluss B	6
11	Index		Nicht benutzt, Kodierung	
12	Vcc		Interne Decoderspannung 1,8 – 5,7 Volt	2
13	AUX3		Ausgang 3	8
14	AUX2	violett	Ausgang 2	5
15	AUX1	grün	Ausgang 1	5
16	V+	blau	Decoder Plus, Abgriff nach Gleichrichter, Anschluss Speicherkondensator	2
17	AUX5		Ausgang 5	8
18	Motor2	grau	Motoranschluss 2 minus / rückwärts	3
19	Motor1	orange	Motoranschluss 1 plus / vorwärts	3
20	GND		Decoder Masse, Abgriff nach Gleichrichter	2
21	Stromabnahme links	schwarz	Stromabnahme links in Fahrtrichtung vorwärts	1
22	Stromabnahme rechts	rot	Stromabnahme rechts in Fahrtrichtung vorwärts	1

Anmerkung zu den Gruppen:

Gruppe 1: Bei Wechselstrom ist Pin 21 mit der Stromabnahme für die Räder und Pin 22 mit der Stromabnahme für den Mittelleiter verbunden.

Gruppe 2: Pin 12 ist nicht zwingend belegt. Es wird empfohlen diesen Pin zu belegen, um Coprozessoren zu versorgen.

Gruppe 3: Pin 19 ist die Feldspule A, Pin 18 ist die Feldspule B bei Wechselstrommotoren.

Gruppe 4: Pin1 und 2 sind Open-Kollektor-Eingänge und werden gegen GND geschaltet. Der Eingangswiderstand sollte ca. 100 Kiloohm betragen. Sensoreingang 1 sollte bei Dampflokomotiven zur Radsynchronisation verwendet werden.

Gruppe 5: Sind Rücklichter separat herausgeführt, so werden die rückwärtigen Lampen von Führerstand 1 mit Pin 15 und die von Führerstand 2 mit Pin 14 geschaltet.

Gruppe 6: Die Impedanz des Lautsprechers wird vom Hersteller des Decoders festgelegt und ist zu dokumentieren.

Gruppe 7: Die Prozessorpins des Zugbusses werden mit einer Serienimpedanz von maximal 470 Ohm direkt heraus geführt.

Gruppe 8: Die Ausgänge dürfen mit max. 0,5 mA belastet werden und führen Logik-Pegel nach Tabelle 2.

Tabelle 2:

	Spannungspegel am Ausgang des Decoders	Spannungspegel für den Lastschalter (auf der Systemplatine des Fahrzeuges)
Funktion ausgeschaltet	<= 0,4 Volt	<= 0,8 Volt
Funktion eingeschaltet	>= 2,4 Volt	>= 2,0 Volt

3. Betrieb ohne Decoder

Im Betrieb ohne Decoder ist ein Brückenstecker einzusetzen, der mindestens die Buchsen von Schiene rechts mit Motor1 und Schiene links mit Motor2 verbindet. Bei vorhandener Fahrzeugbeleuchtung sind auch die Brückenverbindungen zu den entsprechenden Stiften herzustellen.

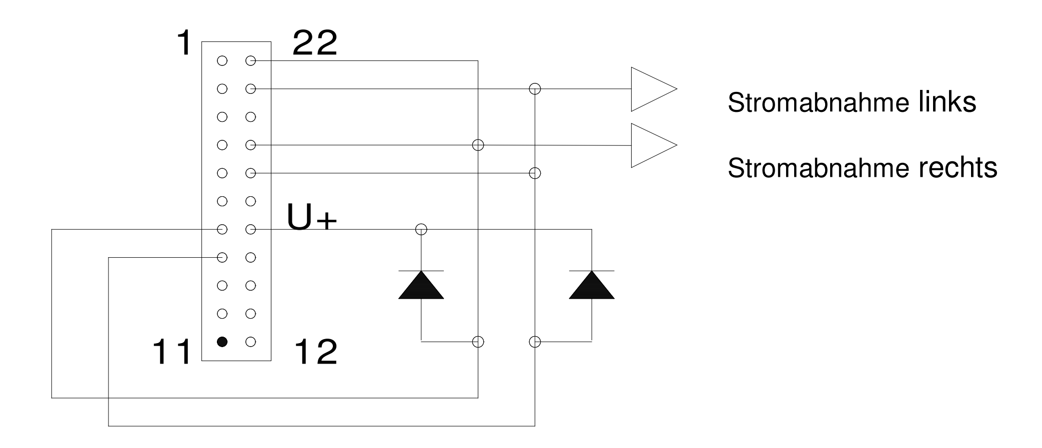


Bild 7: Typischer Brückenstecker

Abhängig von der Beschaltung der Funktionsausgänge im Fahrzeug kann der Fahrzeughersteller eine für das Fahrzeug spezifische Blindbuchse herstellen, die einige Ausgänge brückt.



Normen Europäischer Modellbahnen

Höchstgeschwindigkeit der Modelltriebfahrzeuge

NEM
661
1 Seite

Empfehlung **Ausgabe 2011**
(ersetzt Ausgabe 1987)

1. Zweck

Diese Norm bezeichnet das Verhältnis zwischen der elektrischen Speisung und der Höchstgeschwindigkeit der Modelltriebfahrzeuge.

2. Bezugswert der elektrischen Speisung

Die elektrische Größe, die die Drehzahl der Motoren steuert, ist bestimmend für diese Norm. Sie ist von der Art der Zugförderung abhängig und ihr Nennwert ist in den entsprechenden Normen festgelegt.

Als Bezugswerte werden in dieser Norm betrachtet:

– der Mittelwert der Nennspannung am Gleis für Gleichstromzugförderung (nach NEM 630),
– der Effektivwert der Nennspannung am Gleis für Wechselstromzugförderung (nach NEM 640).
– die höchste Fahrstufe bei digitaler Stromversorgung mit den maximalen Werten am Gleis gemäß Punkt 4.2a) der NEM 670 bzw. NEM 680.

3. Höchstgeschwindigkeit

Wenn der Bezugswert erreicht ist, soll das Triebfahrzeug ohne Anhängelast auf der horizontalen Geraden nach der vom Hersteller empfohlenen Einfahrzeit eine Geschwindigkeit erreichen, die zwischen der maßstäblich Höchstgeschwindigkeit des Vorbilds und einer gemäß der folgenden Tabelle erhöhten Geschwindigkeit liegt.

Nenngröße	Z	N	TT	H0	S	0	I ≥
Erhöhung in %	60	50	40	30	20	10	0

Die so ermittelte Höchstgeschwindigkeit erlaubt eine Reserve bei fehlender Lastregelung in den Steigungen und Bögen für schwere Anhängelasten und gleicht besonders in den kleinsten Nenngrößen den visuellen Eindruck einer scheinbar zu geringen Fahrgeschwindigkeit bei maßstäblicher Geschwindigkeit aus.

1. Zweck der Norm

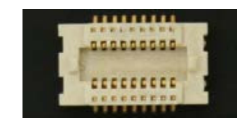
Diese Norm legt eine 18-polige Schnittstelle[1)] zum sicheren und schnellen Einbau oder Austausch von Elektronikbaugruppen für Elektronikkomponenten (Lok- bzw. Funktionsdecoder) mit begrenztem Volumen für den Einbau fest. Die Schnittstelle eignet sich daher für Fahrzeuge der Nenngrößen N und TT sowie für kleine Fahrzeuge der Nenngröße H0.

2. Beschreibung der Schnittstelle

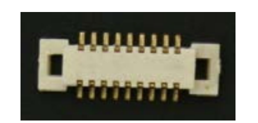
Die Schnittstelle ist einsetzbar mit Gleichstrommotoren und Glockenankermotoren. Es werden die Varianten ohne bzw. mit Soundfunktion unterstützt. Die Schnittstelle stellt bis zu 7 Funktionsausgänge zur Verfügung. Es ist nicht erforderlich, alle Funktionen der Schnittstelle zu unterstützen. Anschlüsse von Funktionen, die nicht unterstützt werden, müssen ohne Beschaltung bleiben. Dieses gilt sowohl für Fahrzeuge oder andere Geräte, in denen der Buchsenteil eingebaut ist, als auch für den Decoder oder andere Geräte, die den Steckerteil besitzen. Der Einbauraum sowie die Größe des Decoders sind Bestandteil der Schnittstelle.

2.1 Mechanische Eigenschaften

Die Schnittstelle besteht aus einer gekapselten 18-poligen Buchsenleiste auf der Systemplatine des Fahrzeuges und der ebenfalls gekapselten 18-poligen Stiftleiste auf der Platine des Decoders.



Buchsenleiste



Stiftleiste

Durch eine symmetrische Anordnung der elektrischen Anschlüsse und durch entsprechende Bauraumbegrenzungen in den Fahrzeugen wird die Sicherheit vor Verdrehen bzw. der Schutz vor fehlerhaftem Einbau gewährleistet.

2.1.1 Decoder

Für die Decoder werden die Varianten Next18 ohne Sound-Funktion und Next18-S mit Sound-Funktion unterschieden:

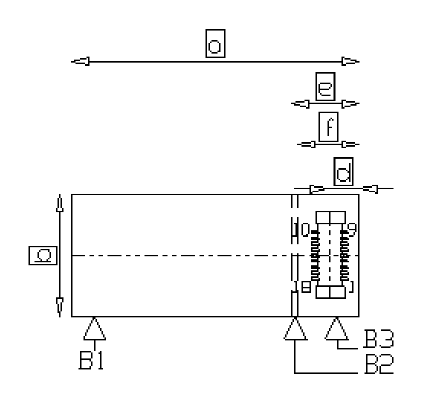
Tabelle 1:

Maß	Beschreibung	Next18	Next18-S
a	Decoder-Länge	15,0 mm	25,0 mm
b	Decoder-Breite	9,5 mm	10,5 mm
c	Decoder-Höhe	2,9 mm	4,1 mm
d	Abstand Rand der Platine zu Mitte Stecker	2,5 mm	2,5 mm
e	Abstand Rand der Platine zu Bestückung mit max. Höhe 0,5 mm	5,4 mm	5,4 mm
f	Abstand Rand der Platine zu Bestückung mit max. Höhe 1,5 mm	5,9 mm	5,9 mm

2.1.2 Decoder-Einbau

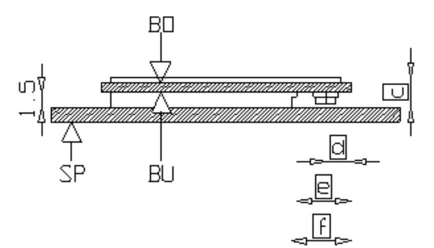
Der Einbauraum in der Lokomotive muss so gestaltet sein, dass Bauteile des Decoders keine blanken Metallteile oder Leiterbahnen berühren können. Der Einbauraum - Maße nach Tabelle 1 - soll so bemessen sein, dass der Decoder zwängungsfrei in den Einbauraum passt.

[1)] Diese Empfehlung beruht auf der Norm RCN-118 der RailCommunity



B1 = Bestückung mit max. 1,5 mm zulässig
B2 = Bestückung mit max. 0,5 mm zulässig
B3 = Bestückung in diesem Bereich nicht zulässig

Ansicht von unten, Bestückungsseite des Steckers



SP = Systemplatine
BO = Bestückung oben
BU = Bestückung unten

Decoder Seitenansicht

Die max. Bestückungshöhe von Bauteilen auf der Unterseite der Elektronikkomponenten beträgt 1,5 mm. Die Bestückungshöhe auf der Oberseite der Elektronikkomponenten berechnet sich aus der max. Höhe des Decoders abzüglich der Bestückungshöhe unten (1,5 mm) und der Dicke der verwendeten Leiterplatte.

2.2 Elektrische Eigenschaften

Die Kontakte dürfen mit jeweils 0,5 A belastet werden. Die Anschlüsse der Stromabnahme sowie U+ und GND (Decoder Plus und Minus nach Gleichrichter) sind mit jeweils zwei Kontakten ausgeführt. Die Belastbarkeit dieser Anschlüsse liegt somit bei 1,0 A. Die Leiterplatten der Lokomotiven sowie die Lokdecoder müssen so konstruiert sein, dass eine unterschiedliche Verwendung der Pins AUX5 und AUX6 zu keinen Schäden an Lok oder Decoder führt.

2.3 Kontaktbelegungen

Tabelle 2:

Next18	Kontakt -Nr.	Kontakt -Nr.	Name	Next18-S	Kontakt -Nr.	Kontakt -Nr.	Name
Strom-abnahme rechts	1	18	Strom-abnahme rechts	Strom-abnahme rechts	1	18	Strom-abnahme rechts
Motor +	2	17	F0_r	Motor +	2	17	F0_r
AUX1	3	16	AUX5	AUX1	3	16	AUX5/LS_A[2)]
AUX3/Zugbus-Takt[1)]	4	15	U+	AUX3/Zugbus-Takt[1)]	4	15	U+
GND	5	14	GND	GND	5	14	GND
U+	6	13	AUX4/Zugbus-Daten[1)]	U+	6	13	AUX4/Zugbus-Daten[1)]
AUX6	7	12	AUX2	AUX6/LS_B[2)]	7	12	AUX2
F0_f	8	11	Motor -	F0_f	8	11	Motor -
Strom-abnahme links	9	10	Strom-abnahme links	Strom-abnahme links	9	10	Strom-abnahme links

1) Die Prozessorpins des Zugbusses werden mit einer Serienimpedanz von maximal 470 Ohm direkt heraus geführt.

2) Die Impedanz des Lautsprechers beträgt 4 bis 8 Ohm und ist vom Hersteller des Decoders zu dokumentieren.

2.4 Beschreibungen der Signale:

Tabelle 3:

Name	Beschreibung
Stromabnahme rechts	Stromabnahme rechts (in Fahrtrichtung vorwärts), zur Erhöhung der Strombelastbarkeit werden 2 Kontakte benutzt
Stromabnahme links	Stromabnahme links (in Fahrtrichtung vorwärts), zur Erhöhung der Strombelastbarkeit werden 2 Kontakte benutzt
Motor +	Motoranschluss plus (mit Stromabnahme rechts verbunden)
Motor -	Motoranschluss minus (mit Stromabnahme links verbunden)
F0_f	Licht Fahrtrichtung vorwärts.
F0_r	Licht Fahrtrichtung rückwärts
AUX1	Funktionsausgang 1 oder Zugschlussbeleuchtung in Fahrtrichtung vorwärts
AUX2	Funktionsausgang 2 oder Zugschlussbeleuchtung in Fahrtrichtung rückwärts
AUX3/Zugbus-Takt	Funktionsausgang 3 (Logikpegel, kein Leistungsausgang) oder Zugbus-Takt (Logikpegel)
AUX4/Zugbus-Daten	Funktionsausgang 4 (Logikpegel, kein Leistungsausgang) oder Zugbus-Daten (Logikpegel)
LS_A /AUX5	Lautsprecher Anschluss A oder Ausgang Funktion 5 (Logikpegel, kein Leistungsausgang)
LS_B /AUX6	Lautsprecher Anschluss B oder Ausgang Funktion 6 (Logikpegel, kein Leistungsausgang)
GND	Decoder Minus nach Gleichrichter, zur Erhöhung der Strombelastbarkeit werden 2 Kontakte benutzt
U+	Decoder Plus nach Gleichrichter, zur Erhöhung der Strombelastbarkeit werden 2 Kontakte benutzt. Verwendet wird dieser Ausgang zur Versorgung der Funktionen und/oder zum Anschluss von externen Speicherkondensatoren. Die Begrenzung des Einschaltstroms externer Speicherkondensatoren muss fahrzeugseitig erfolgen.

2.4.1 Beschreibungen Funktionsausgänge

Die Funktionsausgänge F0_f, F0_r, AUX1 und AUX2 dienen zum Schalten von Verbrauchern. Die Verbraucher werden eingeschaltet, indem im Decoder der jeweilige Funktionsausgang durch einen elektronischen Schalter mit Masse verbunden wird. Die maximale Belastbarkeit der Funktionsausgänge beträgt 100 mA.

2.4.2 Beschreibungen Logiksignale

Die Logiksignale der Anschlüsse AUX3 bis AUX6 sind geeignet, um externe Lastschalter (auf der Systemplatine des Fahrzeugs) zu schalten. Die maximale Belastbarkeit der Logikausgänge beträgt 2 mA.

Tabelle 4:

	Spannungspegel am Ausgang des Decoders	Spannungspegel für den Lastschalter (auf der Systemplatine des Fahrzeuges)
Funktion ausgeschaltet	<= 0,4 Volt	<= 0,8 Volt
Funktion eingeschaltet	>= 2,4 Volt	>= 2,0 Volt

2.4.3 Nutzung der Schnittstelle als Funktionsdecoder

Diese Schnittstelle kann in Fahrzeugen ohne Motor (z.B. Steuerwagen) zum Einsatz kommen. Da die Motoranschlüsse in diesem Fall nicht beschaltet sind, hat der Decoder durch interne Schaltungsmaßnahmen für die erforderlichen Rückmeldesignale im Service-Modus zu sorgen.

3. Betrieb ohne Decoder

Für den Betrieb des Fahrzeuges ohne in der Schnittstelle befindlichen Decoder ist eine Stiftleiste als Brücke einzusetzen. Diese verbindet folgende Anschlusskontakte untereinander:

Stromabnahme rechts	–	Motor+	–	F0_r	–	(AUX1, wenn mit Zugschlussbeleuchtung in Fahrrichtung vorwärts belegt)
Stromabnahme links	–	Motor-	–	F0_f	–	(AUX2, wenn mit Zugschlussbeleuchtung in Fahrrichtung rückwärts belegt)

Tabelle 5:

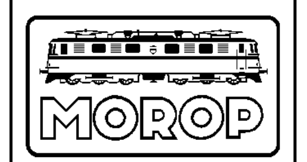
Name	Kontakt-Nr.	Kontakt-Nr.	Name
Stromabnahme rechts	1	18	Stromabnahme rechts
Motor +	2	17	F0_r
AUX1	3	16	LS_A /AUX5
AUX3/Zugbus-Takt	4	15	U+
GND	5	14	GND
U+	6	13	AUX4/Zugbus-Daten
LS_B /AUX6	7	12	AUX2
F0_f	8	11	Motor -
Stromabnahme links	9	10	Stromabnahme links

Eine auf der Systemplatine der Lok erzeugte Spannung U+ darf nicht mit dem Kontakt 6 (U+) des Decoders verbunden werden.

4. Spezifikation der Bauteile Steckerleiste und Buchsenleiste

Typ Steckerleiste Serie CT0519P
Typ Buchsenleiste Serie CT0519S

Bezugsquelle:
CORATEC GmbH & Co. KG
Am Naugarten 8
DE - 35116 Hatzfeld
Germany
Phone: +49 (0) 6452 93 27 30
Mobil: +49 (0) 172 1 85 49 20
Fax: +49 (0) 6452 93 27 29
i.planert@coratec.de
http://www.coratec.de



Normen Europäischer Modellbahnen

Digitales Steuersignal DCC

Bitdarstellung

Verbindliche Norm **Ausgabe 2007**
(ersetzt Ausgabe 2005)

Hinweis 1: NEM 670 entspricht inhaltlich dem NMRA -Standard S 9.2 (Stand Juli 2004). Diese Version ist die Basis für Konformitätstests.

NEM 670 follows the NMRA-Standard S 9.2. This version is the basis for conformance tests.

Hinweis 2: Nach dieser Norm besteht keine Abwärtskompatibilität zu älteren Decodern mit 14-Fahrstufen-Modus und einer Zusatzfunktion, sowie zu älteren Decodern, deren internes Zeitregime nicht mit den hier angegebenen Zeiten überstimmt.

1. Zweck der Norm

Gegenstand dieser Norm ist die Bitdarstellung nach dem DCC-Standard. [1]

2. Die Bitdarstellung

a) Die Datenübertragung im DCC-Standard erfolgt durch Übermittlung einer Serie von Bits, die durch den zeitlichen Spannungsverlauf am Gleis (das **Gleissignal**) dargestellt werden. Ein Bit stellt einen von 2 Zuständen dar, welche 1 und 0 genannt werden.

b) Das DCC-Gleissignal besteht aus einer Folge von Übergängen zwischen zwei Spannungsniveaus gegensätzlicher Polarität, genannt Nulldurchgänge[2]. Ein Nulldurchgang ist die Mitte zwischen zwei Spannungsniveaus gegensätzlicher Polarität.

c) Zwei einander folgende Nulldurchgänge mit gleicher Richtung trennen ein Bit vom nächsten.

d) Aufeinanderfolgende Nulldurchgänge teilen jedes Bit in einen ersten und einen zweiten, letzten Teil.

e) Die Entscheidung, ob ein solches Bit eine 0 oder eine 1 darstellt, wird durch den zeitlichen Abstand der Nulldurchgänge festgelegt.

2.1 Das „1“-Bit, Einsbit

a) In einem Einsbit haben der erste und der zweite Teil stets die gleiche Dauer von 58 Mikrosekunden. [3]

Dauer des Teil-Einsbits: t_{D1} = 58 µs

Die Dauer eines Einsbits beträgt somit 116 µs (Mikrosekunden).

b) **Zulässige Toleranzen des Teil-Einsbits:**

für **das Gleissignal** **± 3 µs,**

das bedeutet, die beiden Teile des gesendeten Einsbits dürfen jeder eine Dauer zwischen 55 und 61 Mikrosekunden besitzen und unter Last innerhalb des Toleranzbereiches im Bereich der Nulldurchgänge um nicht mehr als 3 Mikrosekunden differieren,

für **Decoder** **± 6 µs,**

das bedeutet, Decoder müssen solche empfangenen Bits als gültiges Einsbit erkennen, dessen beide Teile jeder eine Dauer zwischen 52 und 64 Mikrosekunden haben und die im Bereich der Nulldurchgänge um nicht mehr als 6 Mikrosekunden differieren.

c) Die Abweichungen müssen für beide Teile gleich gerichtet sein (siehe auch Bild 1).

[1] Die Abkürzung wird abgeleitet von Digital Command Control (englisch), der digitalen Modellbahn-Steuerung nach dem NMRA-Standard S9.

[2] Decoder der auf einem Gleis in beliebiger Richtung eingesetzten Fahrzeuge unterscheiden nicht, ob der erste oder zweite Teil eines Bits die positive Polarität der Spannung besitzt.

[3] Alle Zeitmessungen werden bezogen auf die Nulldurchgänge, das sind die Mitten zwischen positiven und negativen Signalamplituden.

2.2 Das „0“-Bit, Nullbit

a) In einem Nullbit soll die Dauer des ersten und letzten Teils zwischen zwei Nulldurchgängen größer oder gleich 100 Mikrosekunden sein.

Dauer des Teil-Nullbits: $t_{D0} \geq$ **100 µs**

b) Um die Gleichstromkomponenten des vollständigen Signals wie bei den Einsbits auf null zu halten, sind beide Teile des Nullbits **normalerweise gleich zueinander. Gleiche** Teile des Nullbits dürfen verlängert werden. [4]

c) **Zulässige Toleranzen des Nullbits:**

für **das Gleissignal:** Die Dauer des Teil-Nullbits muss zwischen 95 und 9900 Mikrosekunden liegen. Die Gesamtdauer eines Nullbits darf 12000 Mikrosekunden nicht überschreiten.

für **Decoder:** Ein Decoder muss solche empfangene Bits als gültiges Nullbit erkennen, deren erster oder letzter Teil eine Dauer zwischen 90 und 10000 Mikrosekunden besitzt (siehe auch Bild 1).

3. Weitere technische Daten des DCC-Gleissignals

Das Gleissignal, gemessen am Ausgang des Steuergerätes im Bereich von keiner bis maximal zulässiger Last, hat folgenden Bedingungen zu genügen:

3.1 Steilheit und Welligkeit der Nulldurchgänge

3.1.1 Gleissignal

Im Spannungsbereich zwischen ± 4 Volt um den Nulldurchgang muss der Betrag der Spannungssteilheit gleich oder größer 2,5 Volt je Mikrosekunde sein.

Sendesteilheit (Betrag): $|S_S| \geq$ **2,5 V/µs** im Spannungsbereich ± 4 V

Im Bereich der Nulldurchgänge darf das Gleissignal eine Welligkeit beliebiger Amplitude aufweisen, unter der Bedingung, dass die Amplitude dieser Welligkeit kleiner ist als +/- 2 V ist. [5]

3.1.2 Empfangenes DCC-Signal

Decoder müssen zur korrekten Signaldekodierung Nulldurchgänge im Spannungsbereich zwischen ± 4 Volt um den Nulldurchgang einen Betrag der Spannungssteilheit von 2 Volt je Mikrosekunde oder größer erkennen können.

Empfangssteilheit (Betrag): $|S_E| \geq$ **2 V/µs** im Spannungsbereich ± 4 V

Ein DCC-Decoder soll wenigstens 95% an ihn adressierte Datenpakete nach NEM 671 als gültig erkennen, auch unter Vorhandensein von Rauschen und Fremdstörungen und/oder anderer Signale mit Frequenzen über 250 kHz. Die totale Amplitude dieser systemfremden Überlagerungen muss kleiner als 25% (1/4) der Amplitude des DCC-Signals sein. [6]

3.2 Eigenstörungen

Die genaue Form des DCC-Signals muss so gestaltet sein, dass elektromagnetische Störungen auch beim Betrieb großer Anlagen nach DCC-Norm so minimiert werden, dass die anzuwendenden CE- bzw. FCC -Vorschriften (für die USA und andere) eingehalten werden.

[4] Auf diese Weise wird ein Gleichstromanteil des DCC-Gleissignals zu alternativen Steuerzwecken erzeugt, dessen Polung von einem gestreckten Nullbitteil abhängt und seine Größe von der Dauer der Streckung.

[5] Dieser Standard spezifiziert erlaubte Nicht-DCC-Gleissignale für alternative Steuerzwecke und sichert, dass diese Signale von DCC-Decodern ignoriert werden.

[6] Diese Messung wird mit einem mit dem Gleis oder einer Anschlussleitung verbundenen Decoder gemacht.

4. Energieübertragung und Spannungsgrenzen

4.1 Energieübertragung

Die typische Energieversorgung der Triebfahrzeuge und des Zubehörs, die von allen Steuergeräten und Decodern sichergestellt werden muss, wird realisiert durch Gleichrichter in Brückenschaltung. Zur Aufrechterhaltung dieser Energieversorgung ist deshalb eine kontinuierliche Übertragung des Gleissignals erforderlich, ausgenommen bestimmte Fälle für die in NEM 671 definierten Wiederholzeiten. [7]

4.2 Spannungsgrenzen

a) Der Effektivwert des am Gleis gemessenen DCC-Steuersignals soll die in NEM 630 spezifizierte Spannung [8] um nicht mehr als 2 Volt überschreiten. [9]

   Die Amplitude des digitalen Steuersignals darf ± 22 V nicht überschreiten.

b) Der minimale Spitzenwert des DCC-Steuersignals zum Betrieb des Digital Decoders beträgt ± 7 V, gemessen am Gleis.

c) Die Decoder für die Nenngrößen N und kleiner müssen eine Gleichspannungsfestigkeit von wenigstens 24 V, gemessen am Gleis, haben.

d) Die Decoder für die Nenngrößen > N müssen eine Gleichspannungsfestigkeit von wenigstens 27 V, gemessen am Gleis, haben.

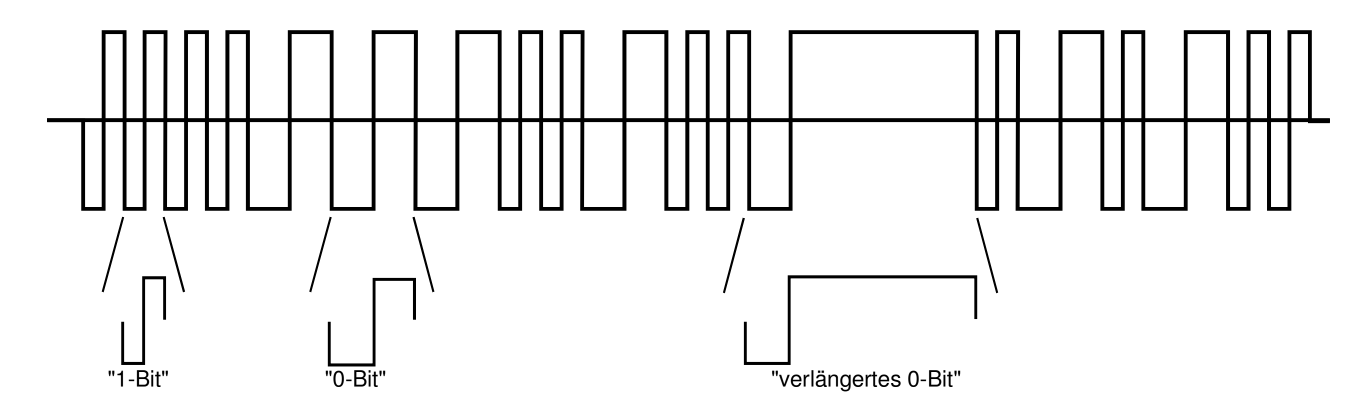


Bild 1 - DCC-Darstellung

[7] Abweichende Methoden zur Energieversorgung werden zugelassen, sofern die Energiebaugruppen zur Erzeugung des in NEM 671 beschriebenen Datenpaketes und die Decoder zur Verarbeitung des Gleissignals fähig sind.

[8] Die zusätzliche Spannung dient der Kompensation des Spannungsfalls im Decoder um zu sichern, dass die in der NEM 630 (Tabelle 1) spezifizierte Maximalspannung an den Motoranschlüssen verfügbar ist.

[9] Alle Motoren, die längere Zeit direkt dem DCC-Gleissignal ausgesetzt sind, müssen gegen die schädigende Wirkung der größeren Amplituden ausgelegt sein oder genügend hohe Impedanz zwischen 4 und 9 kHz besitzen, um den Strom auf ein normales Betriebsniveau zu reduzieren. Diese Zusammenhänge sind wichtig für eisenlose Glockenankermotoren oder Präzisionsgleichstrommotoren, die eine geringe Lastimpedanz besitzen, oder für Anlagen, die das DCC-Gleissignal mit einer Amplitude größer als ± 18 V nutzen.

Verbindliche Norm **Ausgabe 2007**

(ersetzt Ausgabe 2005)

Hinweis1: NEM 670 entspricht inhaltlich dem NMRA-Standard S 9.2 (Stand Juli 2004). Diese Version ist die Basis für Konformitätstests.

NEM 670 follows the NMRA-Standard S 9.2. This version is the basis for conformance tests.

Hinweis 2: Nach dieser Norm besteht keine Abwärtskompatibilität zu älteren Decodern mit 14-Fahrstufen-Modus und einer Zusatzfunktion, sowie zu älteren Decodern, deren internes Zeitregime nicht mit den hier angegebenen Zeiten überstimmt.

1. Zweck der Norm

Diese Norm beschreibt elementarste Datenpakete (Basis-Datenpakete), welche zu den DCC-Decodern gesandt werden.

2. Erläuterungen

- Ein DCC-Datenpaket ist eine definierte Folge von Bits, die als Gleissignal in NEM 670 beschrieben sind.
- Das DCC-Basis-Datenpaket besteht aus einer Mindestzahl von Bits und Bitgruppen, gekürzt als Datenpaket bezeichnet.
- Die Bitgruppen, die aus je acht Bits bestehen, werden Byte genannt. Jedes Gruppenbit hat eine von seiner Position abhängende Wertigkeit, das erste, linke Bit hat die höchste Wertigkeit und heißt MSB (most significant bit). Die Bits eines Bytes werden von links mit 7 beginnend nach rechts fallend bis 0 nummeriert. Das letzte, rechte Bit heißt LSB (least significant bit).

3. Die Bestandteile des allgemeinen DCC-Basis-Datenpakets

Die nachfolgend beschriebenen Bestandteile des Datenpakets aus Bits und Bytes definieren die allgemein gültige Zusammensetzung des DCC-Basis-Datenpakets, um die Decoder zu aktivieren [1].

Die Teile 4 und 5 kommen einmal oder mehrmals vor!

Das DCC-Basis-Datenpaket setzt sich aus folgenden Teilen zusammen:

1. **Synchronisation**: Das die Aktivität der Decoder einleitende Signal besteht aus einer Folge Einsbits und synchronisiert sie. Ein Empfänger muss ein Datenpaket mit weniger als 10 Einsbits als nicht gültig erkennen, und darf nicht mehr als 12 Einsbits benötigen, um korrekt zu funktionieren[2].
2. **Startbit**: Das Startbit ist ein Nullbit, das der Synchronisationsphase unmittelbar folgt. Das Startbit schließt die Synchronisation ab und zeigt dem Decoder an, dass die folgenden Bits zum Adressbyte gehören.
3. **Adressbyte**: Das erste Datenbyte des Datenpakets ist normalerweise ein Adressbyte und enthält die kodierte Adresse des empfangenden Digital Decoders[3]. Adressbytes mit den folgenden Werten 0000 0000 (=0), 1111 1110 (= 254) und 1111 1111 (= 255) sind für spezielle Aufgaben reserviert und dürfen nicht übertragen werden, ausgenommen für bestimmte Anwendungen innerhalb dieser Norm oder in vom Hersteller empfohlenen Anwendungen.
4. **Datenbyte-Startbit**: Dieses Nullbit leitet das folgende Datenbyte ein.
5. **Datenbyte**: Die in jedem Datenbyte enthaltenen 8 Bits werden benutzt für Adressen, Instruktionen (Steuerbefehle), Daten oder zur Übertragungsfehlererkennung als Prüfbyte.
6. **Stopbit**: Das Stopbit ist ein Einsbit und markiert den Schluss des Datenpaketes[4].

---

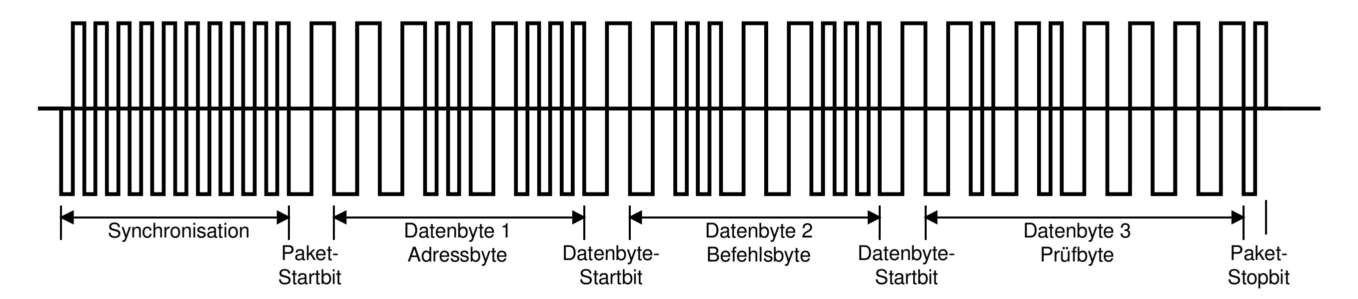
[1] Es ist zulässig, dass Decoder zusätzlich zum DCC-Standard andere Steuerstandardformate erkennen (siehe auch 6.)

[2] Das Endbit darf als erstes der Einsbit der Synchronisationsphase des folgenden Datenpaketes gezählt werden, wenn dort keine Zwischenpaket–Bits folgen.

[3] Das erste Datenbyte kann auch in Spezialfällen für Instruktionen benutzt werden.

[4] Das Endbit darf als erstes der zehn Bit der Synchronisationsphase des folgenden Datenpaketes gezählt werden, wenn dort keine Zwischenpaket-Bits folgen.

Bild 1: DCC-Basis-Datenpaket mit drei Datenbytes (1 Adressbyte, 1 Datenbyte, 1 Prüfbyte), kodiert für Adresse 55 und Vorwärtsfahrt mit Fahrstufe 11



4. Die Formate des DCC-Basis-Datenpaketes

Dieser Standard bestimmt für DCC-kompatible Bestandteile, dass jede beliebige DCC-Zentrale die Bedienereingaben konform zum DCC-Basis-Datenpaket kodieren und dass jeder beliebige Decoder sie erkennen und die für Triebfahrzeuge passenden elektrischen Steuersignale bereitstellen kann. DCC-Basis-Datenpakete sind deshalb ein Minimum an Übereinstimmung zur Bedienbarkeit verschieden ausgestatteter DCC-Steuerungen. Komplexere Datenpakete, die Decoder mit zusätzlichen Funktionen, Adressen etc. unterstützen, werden in dieser Norm nicht beschrieben.

4.1 DCC-Basis-Datenpaket zur Steuerung von Geschwindigkeit und Fahrtrichtung der Triebfahrzeuge

Format des DCC-Basis-Datenpakets:

11111111111111	**0**	**0AAAAAAA**	**0**	**01DCSSSS**	**0**	**EEEEEEEE**	**1**
Synchronisation		Datenbyte 1		Datenbyte 2		Datenbyte 3	

Datenbyte 1 - Adressbyte: Das Adressbyte überträgt die Adresse, die Nummer, des vorgesehenen Empfängers des Datenpaketes.

Das erste Bit ist ein Nullbit und kennzeichnet das Datenbyte als Adressbyte.

Die folgenden 7 Bit (A) enthalten die binär kodierte Adresse des Empfängers.

Wichtig: Digital Decoder sollen möglichst den ganzen Adressbereich unterstützen, wobei Adressbereichseinschränkungen bei ausreichender Dokumentation erlaubt sind.

Datenbyte 2 – Befehlsbyte: Das Befehlsbyte überträgt die Informationen zur Steuerung der Funktionen Geschwindigkeit und Fahrtrichtung des adressierten Triebfahrzeuges.

Die Bits 7 (Nullbit) und 6 (Einsbit) kennzeichnen das Datenbyte als Befehlsbyte[5].

Bit 5 (D) definiert die Fahrtrichtung, ist sein Wert „1“, dann muss das Triebfahrzeug vorwärts[6] fahren, ist sein Wert „0“, dann fährt das Triebfahrzeug entgegengesetzt.

Bit 4 (C) hat eine Sonder- (Steuerbefehls-) funktion und ist im Regelfall das letzte Bit (LSB) der Geschwindigkeitsteuerung.

Bit 3 – 0 (SSSS) definieren zusammen mit Bit 4 binär kodiert die Fahrstufen. Die Tabelle 1 beschreibt den Zusammenhang zwischen Binärkode und Fahrstufen.

Datenbyte 3 – Prüfbyte: Das Prüfbyte ermöglicht den Digital Decodern die Erkennung von Übertragungsfehlern.

Zu diesem Zweck wird dieses Byte in der DCC-Zentrale durch die bitweise logische Verknüpfung von Adress- und Befehlsbyte gebildet. Die dazu benutzte logische Funktion ist das „EXCLUSIV-ODER (EXOR)“. Digital Decoder vergleichen das empfangene Prüfbyte bitweise mit den empfangenen und EXOR -verknüpften Adress- und Befehlsbytes und ignorieren ihren Inhalt, wenn der Vergleich fehlschlägt.

[5] Andere Bitmuster in den Bits 7 und 6 sind für bestimmte Instruktionen innerhalb des Befehlsbytes vorbehalten.
[6] Vorwärts heißt, dass sich Fahrzeugende 1 in Fahrtrichtung vorn befindet.

Tabelle 1: Zusammenhang zwischen Kodierung der S-Bits 3-0, dem C-Bit 4 und den Fahrstufen [7]

$S_3S_2S_1S_0$ C	Fahrstufe	$S_3S_2S_1S_0$C	Fahrstufe	$S_3S_2S_1S_0$C	Fahrstufe	$S_3S_2S_1S_0$C	Fahrstufe
0 0 0 0 0	Stop	0 1 0 0 0	5	1 0 0 0 0	13	1 1 0 0 0	21
0 0 0 0 1	Stop**	0 1 0 0 1	6	1 0 0 0 1	14	1 1 0 0 1	22
0 0 0 1 0	EStop*	0 1 0 1 0	7	1 0 0 1 0	15	1 1 0 1 0	23
0 0 0 1 1	EStop**	0 1 0 1 1	8	1 0 0 1 1	16	1 1 0 1 1	24
0 0 1 0 0	1	0 1 1 0 0	9	1 0 1 0 0	17	1 1 1 0 0	25
0 0 1 0 1	2	0 1 1 0 1	10	1 0 1 0 1	18	1 1 1 0 1	26
0 0 1 1 0	3	0 1 1 1 0	11	1 0 1 1 0	19	1 1 1 1 0	27
0 0 1 1 1	4	0 1 1 1 1	12	1 0 1 1 1	20	1 1 1 1 1	28

* Nothalt (emergency stop), Triebfahrzeuge stoppen so schnell wie möglich!
** Optional darf das Bit 5 für die Fahrtrichtungsinformation ignoriert werden.

4.2 DCC-Basis-Datenpaket für allgemeines Decoder-Rücksetzen

Format des DCC-Basis-Datenpakets:

11111111111111	**0**	**00000000**	**0**	**00000000**	**0**	**00000000**	**1**
Synchronisation		Datenbyte 1		Datenbyte 2		Datenbyte 3	(Prüfbyte)

Das Datenpaket, in dessen Bytes alle Bits den Wert „0“ besitzen, ist das allgemeine Decoder-Rücksetz-Datenpaket. Es löscht alle flüchtigen Speicher der Decoder einschließlich der Geschwindigkeits- und Fahrtrichtungsdaten. Die Decoder kehren nach dem Empfang des Decoder-Rücksetzens in den Einschaltzustand zurück, in Bewegung befindliche Fahrzeuge haben einen Sofortstop.

Innerhalb 20 Millisekunden, die einem Decoder-Rücksetz-Datenpaket folgen, dürfen keine Daten-Pakete an Adressen im Bereich zwischen 01100100 (Adresse 100) und 01111111 (Adresse 127) gesendet werden, ausser der Decoder soll in den Service-Modus schalten[8].

4.3 DCC-Basis-Datenpaket für allgemeinen Decoder-Leerlauf

Format des DCC-Basis-Datenpakets:

11111111111111	**0**	**11111111**	**0**	**00000000**	**0**	**11111111**	**1**
Synchronisation		Datenbyte 1		Datenbyte 2		Datenbyte 3	(Prüfbyte)

Das Datenpaket, dessen erstes und drittes Byte 8 Einsbits und dessen zweites Byte 8 Nullbits enthält, ist das allgemeine Decoder- Leerlauf-Datenpaket.

Nach Empfang dieses Datenpakets entwickeln Decoder keine neue Aktion, aber sie verhalten sich, als würde ein normales, an andere Decoder adressiertes Datenpaket gesendet.

4.4 DCC-Basis-Datenpaket für allgemeinen Decoder-Stop

Format des DCC-Basis-Datenpakets:

11111111111111	**0**	**00000000**	**0**	**01DC000S**	**0**	**EEEEEEEE**	**1**
Synchronisation		Datenbyte 1		Datenbyte 2		Datenbyte 3	(Prüfbyte)

Das Datenpaket, dessen erstes Byte 8 Nullbits, dessen zweites Byte einen spezifischen Stopbefehl und dessen drittes Byte das Prüfbyte enthält, ist das allgemeine Decoder-Stop-Datenpaket.

Enthält das Bit 0 des Datenbytes 2 (Bit S) ein Nullbit, sollen Decoder von Triebfahrzeugen einen Halt mit vorausgehender Verzögerung gemäss im Decoder abgelegtem Wert auslösen.

Ist das Bit S ein Einsbit soll das Triebfahrzeug durch Unterbrechen der Motorspeisung sofort angehalten werden.

[7] Die jeweilige Fahrstufe ergibt sich aus dem Binärwert der zugehörenden Bitgruppe minus drei.
[8] Die Konfiguration von Decodern kann unverzüglich nach einem Decoder-Rücksetz-Datenpaket verändert werden.

5. Wiederholung der DCC-Basis-Datenpakete

5.1 Zeitabstand zwischen 2 Datenpaketen

Die zu Decodern gesendeten Datenpakete sollen so oft wie möglich wiederholt werden, weil sie durch Störungen oder schlechter elektrischer Leitfähigkeit zwischen Schienen, Rädern und Stromabnehmern Informationsverluste erleiden können. Die Übertragung eines Gleissignals kann unterbrochen werden zwischen dem Endbit eines Pakets und den Synchronisationsbits des folgenden Pakets, um die Übertragung eines andern Steuerbefehls zu ermöglichen (Bidirektionalität). Decoder müssen einsatzbereit sein, wenn die an sie adressierten Datenpakete mehrfach mit einem Zeitabstand von mindestens 5 Millisekunden zwischen dem Stopbit des ersten Paketes und dem Startbit des zweiten Paketes empfangen wurden[9].

Wenn ein Decoder ein Datenpaket mit fehlenden oder ungültigen Datenbyte-Start- oder –Endbits bzw. unkorrektem Prüfbyte empfängt, muss er die nächste gültige Synchronisation als Beginn eines neuen Datenpakets erkennen. Ein anderer Typ von Steuersignal darf nur zwischen dem Stop-Bit eines Paketes und dem Beginn der Synchronisations-Sequenz des folgenden Paketes aufs Gleis übertragen werden.

Mindestzeitabstand zwischen 2 DCC-Datenpaketen: t_D > **5 ms** Distanzzeit

5.2 Wiederholzeit gleicher Datenpakete

DCC-Zentralen sollen in der Lage sein, mindestens alle 30 Millisekunden gleiche Datenpakete zu wiederholen, gemessen zwischen den Startbits zweier Datenpakete.

Wiederholungszeit für DCC-Datenpakete: $t_R \leq$ **30 ms** Wiederholzeit

6. Decoderverhalten bei automatischer Umsetzung unterschiedlicher Steuersysteme

Von den Herstellern der Decoder mit automatischer Umsetzung von Steuerbefehlsformaten einschließlich des NEM-DCC-Steuerstandards (Multi-System-Decoder) wird verlangt, dass diese Funktion abschaltbar ist und die Decoder ausschließlich auf DCC-Steuersignale reagieren.

Bei eingeschalteter automatischer Umsetzung müssen die Decoder für die Dauer von mindestens 30 Millisekunden im DCC-Modus verbleiben. Ist die automatische Umsetzung abgeschaltet, so müssen die Decoder ohne Rücksicht auf das Erscheinen von Startbits anderer Steuerstandards im DCC-Modus verbleiben[10].

Beharrungszeit der Digital Decoder im DCC-Modus: $t_w \geq$ **30 ms** Wartezeit

[9] Bei der Sendung von zwei Signalpaketen innerhalb von 5 Millisekunden ist Vorsicht geboten. Wenn die Adressen dieser Pakete zwischen 112 (binär 01110000) und 127 (01111111) liegen, können ältere DCC-Decoder diese Datenpakete als Service-Modus-Pakete interpretieren.

[10] Einige ältere DCC-Decoder erfordern den Empfang eines gültigen DCC-Datenpaketes innerhalb von 30 Millisekunden, um den Übergang in den Analog-Modus zu verhindern. Ein Wiederholungsschritt von mehr als 30 Millisekunden kann die Leistungsfähigkeit des Decoders herabsetzen.

Digitales Steuersignal SX [1]

Bitdarstellung

Dokumentation **Ausgabe 2006** (27092006)
ersetzt Ausgabe 2001

1. Zweck der Norm

Gegenstand der Norm ist die Bitdarstellung nach dem SX-Format [1].

2. Die Bitdarstellung

a) Die Datenübertragung im SX-Format erfolgt durch die Übermittlung einer Serie von Impulsen, die durch den zeitlichen Spannungsverlauf am Gleis (das Gleissignal) dargestellt werden.

b) Das SX-Gleissignal besteht aus einer Folge von Impulsen mit 3 verschiedenen Spannungsniveaus.

c) Der Taktimpuls mit dem Spannungspegel 0 V trennt ein Bit vom nächsten.

d) Der Datenimpuls mit dem Spannungspegel ± VS (Versorgungsspannung) liefert die Information von 1 Bit. Ein Bit stellt einen von 2 Zuständen dar, welche „0“ und „1“ genannt werden.

e) Die Entscheidung, ob ein solches Bit eine „0“ oder eine „1“ darstellt, wird durch den Vergleich der Polaritäten vor und nach dem Taktimpuls festgelegt.

2.1 Der Taktimpuls

Der Taktimpuls ist durch folgende Zeiten und Spannungspegel festgelegt:

a)	Dauer des Taktimpulses [2]	**10 µs**	**+ 2 µs / - 2 µs**
b)	Spannung des Taktimpulses	**0 V**	± **2 V**

2.2 Der Datenimpuls

Der Datenimpuls ist durch folgende Zeiten und Spannungspegel (VS) festgelegt:

a)	Dauer des Datenimpulses	**40 µs**	**+ 50 µs / - 2 µs**
b)	Spannung des Datenimpulses	± **18 V**	± **6 V**

2.3 „0“-Bit (Nullbit) oder „1“-Bit (Einsbit)

Die Entscheidung, ob ein Datenimpuls ein „0“ oder eine „1“ ist, liegt im Vergleich der Polaritäten vor und nach dem Taktimpuls:

a) „0“ ist, wenn die Polaritäten vor und nach dem Taktimpuls gleich sind (also z.B. + VS / + VS, oder aber - VS / - VS)

b) „1“ ist, wenn die Polaritäten vor und nach dem Taktimpuls nicht gleich sind (also z.B. + VS / - VS, oder aber - VS / + VS)

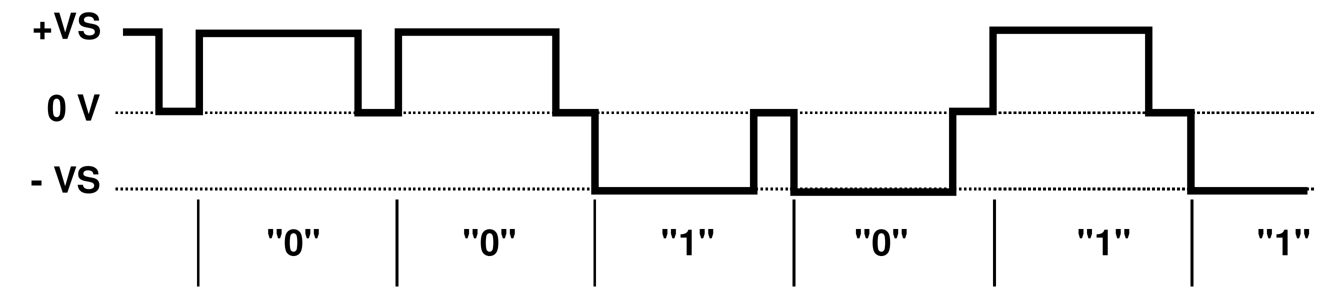


Abb. 1 SX-Bitdarstellung

---

[1] Die Abkürzung SX wird abgeleitet von **S**elec*TRIX*®.

[2] Alle Zeitmessungen sind bezogen auf den Mittelwert der Abtastschwellen des Empfängers (= | 6,5V |).

3. Weitere technische Daten des SX - Signals

3.1 Empfangsschwellen im Empfänger

Um eine sichere Funktion der Empfänger zu gewährleisten, müssen folgende Abtastschwellen der Sendespannung eingehalten werden:

minimale Abtastschwelle (Betrag) **> | 4V |**

maximale Abtastschwelle (Betrag) **< | 9V |**

3.2 Flankensteilheit des Gleissignals

Die Spannungsdifferenz zwischen der maximalen, für den Taktimpuls zulässigen Spannung (± 2V, siehe 2.1), und der minimalen, für den Datenimpuls zulässigen Spannung (± 12V, siehe 2.2) ergibt zusammen mit der gemessenen Zeitdifferenz die Flankensteilheit der Sendespannung. Sie muss folgender Bedingung genügen:

Flankensteilheit (Betrag): **| Ss | ≥ 2,5 V/µs**

3.3 Welligkeit des Gleissignals

Dem Gleissignal dürfen andere Signale beliebiger Kurvenform überlagert sein, solange das resultierende Signal den Bedingungen nach 2.1, 2.2 und 3.2 genügt. [3]

3.4 Eigenstörungen

Diesen Standard nutzende Geräte müssen so gestaltet sein, dass die anzuwendenden CE-Vorschriften (respektive FCC -Vorschriften für die USA) erfüllt werden.

3.5 Kompatibilität

a) Es dürfen im Bereich der Digitalspannung nur Fahrzeuge mit Digitaldecodern verwendet werden, da Lokomotiven ohne Decoder, deren Motoren direkt dem digitalen Steuersignal ausgesetzt sind, beschädigt werden könnten.

b) Die SX-Empfänger sind so zu entwickeln, dass auch Signalformen anderer Digitalsysteme zu keinen Übertragungsfehlern führen.

4. Energieübertragung und Spannungsgrenzen

4.1 Energieübertragung

Da das Gleissignal auch zur Energieversorgung der Triebfahrzeuge und des Zubehörs dient, ist eine kontinuierliche Sendung der Bits zur Aufrechterhaltung der Energieversorgung erforderlich. [4]

4.2 Spannungsgrenzen

a) Der Effektivwert des am Gleis gemessenen SX-Signals soll die in NEM 630 spezifizierte Spannung [5] um nicht mehr als 2 V überschreiten.

b) Die Spitze der Amplitude des digitalen Steuersignals darf ± 24V nicht überschreiten.

c) Der minimale Spitzenwert des SX-Signals zum Betrieb des Digitalempfängers beträgt ± 9V, gemessen am Gleis.

d) Die Empfänger müssen eine Gleichspannungsfestigkeit von wenigstens 25 V haben.

[3] Diese überlagerten Signale können für alternative Steuerzwecke verwendet werden.

[4] Das typische Verfahren zur Messung der Energieversorgung ist die Brückenschaltung.

[5] Die zusätzliche Spannung dient der Kompensation der Spannungsabfälle im Decoder, um zu sichern, dass die in der NEM 630 (Tabelle 1) spezifizierte Maximalspannung an den Motoranschlüssen verfügbar ist.

1. Zweck der Norm

Diese Norm beschreibt den seriellen Datenfluss, der von SX-Zentraleinheiten erzeugt werden muss [1].

2. Erläuterungen

- Ein SX-Datenpaket ist eine definierte Folge von Bits, die als Gleissignal in NEM 680 beschrieben sind.
- Das SX-Datenpaket besteht aus einer bestimmten Anzahl von Bitgruppen.
- Die Bitgruppen bestehen aus jeweils 12 Bits. Die Bitgruppen werden unterschieden in Synchronisierbitgruppen und Datenbitgruppen (auch Kanäle genannt).
- Das „?“ steht wo erforderlich für eine weitere, gleiche oder neue Basis- (BA) bzw. Kanaladresse (KA),

3. Der Aufbau eines SX-Datenpaketes

Die nachfolgend beschriebenen Bestandteile des Datenpaketes definieren die allgemein gültige Zusammensetzung des SX-Datenpaketes, um die Dekoder zu aktivieren [2]. Das SX-Datenpaket setzt sich aus folgenden Teilen zusammen:

1. Start-Synchronisierbitgruppe (S): Das die Aktivität der Dekoder einleitende Signal besteht aus einer Bitfolge, die im Betrieb sonst nicht vorkommen kann, der **Synchronisierung** (Sync). Außerdem beinhaltet diese Synchronisierbitgruppe eine Information, die sogenannte **Basis-Adresse** (BA).
2. 7 aufeinanderfolgenden Datenbitgruppen, sogenannten **Kanälen** (K6...K0). Die Kanalnummern ergeben zusammen mit der Basisadresse die Lokadressen.
3. Ende-Synchronisierbitgruppe (wie 1., jedoch mit eventuell unterschiedlicher Basisadresse, die auch als Start-Synchronisierbitgruppe der nächsten Datenbitgruppen dienen kann).

Sync+BA K6 K5 K4 K3 K2 K1 K0 Sync+BA?

4. SX-Synchronisierbitgruppe

4.1 Synchronisierung und Übertragung der Basisadresse

Format der Synchronisierbitgruppe (Sync+BA):

0 0 0 1 Z 1 BA3 BA2 1 BA1 BA0 1

Die Bits haben folgende Bedeutung

0 0 0	Synchronisierung mit 3 mal „0“
1	Trennbits log “1“ zur Verhinderung, dass in einer anderen Gruppe als der Synchronisiergruppe eine Folge mit 3 mal “0“ entstehen kann
BA0 ... BA3	Bits zur Übertragung der Basisadresse, BA3 = MSB (most significant Bit), Wertigkeit 8 BA0 = LSB (least significant Bit), Wertigkeit 1
Z	Zustandsbit der Zentraleinheit („0“ = off, „1“ = on)

[1] Die SX-Zentrale beinhaltet in den meisten Fällen einen Verstärker, der die erforderliche Energie zum Betreiben der Loks liefert. Sollte die Energie nicht ausreichen, können weitere Verstärker („Booster“) dazugeschaltet werden.

[2] Es ist zulässig, dass Dekoder zusätzlich zum SX-Format auch andere Steuerformate (z.B. DCC gemäß NEM 671) erkennen

4.2 Bestimmung der Decoderadresse

Die Basisadresse wird in invertierter Form übertragen, d.h. dass die Bits der Basisadresse erst invertiert werden müssen (= BAinv), um damit die Decoderadresse berechnen zu können.

BA = 0 0 0 0 BAinv = 1 1 1 1 dezimal = 15

BA = 0 0 0 1 BAinv = 1 1 1 0 dezimal = 14

BA = 0 0 1 0 BAinv = 1 1 0 1 dezimal = 13

usf. Die Decoderadresse wird folgendermaßen ermittelt:

Lokadresse = **16 · (K?)** + **BAinv**

Beispiel:

BA = 0100 (damit BAinv = 1011), Übertragung der Daten im Kanal 4:

Lokadresse = (16 · 4) + 11 = 75

4.3 SX-Datenbitgruppe zur Steuerung von Geschwindigkeit, Fahrtrichtung, Licht und Zusatzfunktion

Format der Datenbitgruppe:

S0 S1 1 S2 S3 1 S4 D 1 L F 1

Die Bits haben folgende Bedeutung:

1 Trennbits log“1“ zur Verhinderung, dass in der Datenbitgruppe dieselbe Bitfolge entstehen kann wie in der Synchronisierbitgruppe

S0..S4 Geschwindigkeitseinstellung, mit **S0** = LSB (least significant bit / Bit mit der geringsten Wertigkeit) und **S4** = MSB (most significant bit / Bit mit der höchsten Wertigkeit). Mit diesen 5 Bit erhält man 2^5 = 32 Möglichkeiten = 31 Fahrstufen und **00000** = Stillstand (siehe Tabelle)

S4	S3	S2	S1	S0	Fahrstufe
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1
*	*	*	*	*	usf.
1	1	1	1	0	30
1	1	1	1	1	31

D definiert die Fahrtrichtung:
ist sein Wert „0“, muss das Triebfahrzeug vorwärts fahren.[3]
ist sein Wert „1“, muss das Triebfahrzeug rückwärts fahren

L Bit für das Ein/Ausschalten des Lichtes. Die beiden Decoderausgänge für das Licht müssen mit der Fahrtrichtung D gekoppelt sein (Licht vorwärts / Licht rückwärts).

F Bit für Zusatzfunktion (z.B. „Horn“ etc.)
ist sein Wert „1“, so ist die Zusatzfunktion eingeschaltet
ist sein Wert „0“, so ist die Zusatzfunktion ausgeschaltet

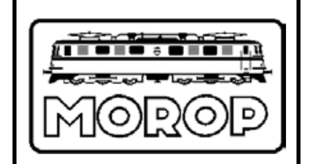
[3] Vorwärts heißt, dass sich Fahrzeugende 1 in Fahrtrichtung vorn befindet.

5. Wiederholung der SX-Datenpakete

Die SX-Datenpakete können in beliebiger Reihenfolge wiederholt werden; es empfiehlt sich jedoch alle Basisadressen (insgesamt 16) der Reihe nach zu übertragen. Eine Vermischung mit Digitalsignalen anderer Steuersysteme ist zulässig, wenn nur die Regeln des Paketaufbaus (siehe 3.) eingehalten werden.

6. Decoderverhalten bei automatischer Erkennung unterschiedlicher Steuersysteme

Decoder mit automatischer Erkennung von Steuerbefehlen beliebig anderer Systeme (Mehr-System-Decoder), eingeschlossen das NEM-DCC-Steuersystem (NEM 670 / NEM 671) sollten die automatische Umschaltung abschalten können. Bei eingeschalteter automatischer Umschaltung müssen die Decoder so lange in ihrem jeweiligen Status verbleiben, bis ein erkannter, richtiger Steuerbefehl (dies betrifft vor allem die Adresse der Lok) eines anderen Systems auftritt.



Normen Europäischer Modellbahnen

Elektrische Schnittstelle
für Steuermodule

Empfehlung **Ausgabe 2012**

1. Zweck

Diese Norm beschreibt die Voraussetzungen, die für einen Betrieb der Steuermodule nach Tabelle 1 an einem Bus-System zu erfüllen sind[1)].

Tabelle 1:

NEM 691	Steuermodul Weiche
NEM 692	Steuermodul Signal

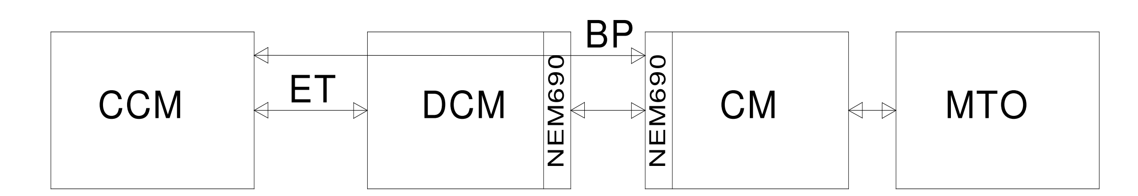
2. Grundsätze

Die oben genannten Steuermodule werden mittels eines Treibers für Steuermodule mit dem Ethernet verbunden. Über das Ethernet ist eine Kommunikation mit einem Zentralen Steuergerät möglich[2)].

Für die Kommunikation mit dem Zentralen Steuergerät zu / von den Steuermodulen nach Tabelle 1 ist ein Bus-Protokoll in der NEM 694 definiert.

Der Treiber für Steuermodule ist in der NEM 693 beschrieben.

Bild 1: Einordnung der Elektrischen Schnittstelle:



Legende:			
CCM	= (Central Controller Module)	= Zentrales Steuergerät
ET	= (Ethernet)	= Ethernet
DCM	= (Driver Controller Module)	= Treiber Steuermodul
BP	= (Bus Protocol)	= Busprotokoll
CM	= (Controller Module)	= Steuermodul nach Tabelle 1
MTO	= (Model Train Object)	= Modellbahn-Objekt, z.B. Weiche

3. Voraussetzungen

3.1 Identifikation des Steuermoduls

Jedes Steuermodul nach Tabelle 1 benötigt eine eindeutige Identifikation (ID).Diese ist durch den Hersteller in einer dauerhaften Speicherung zu hinterlegen. Die ID setzt sich nach Tabelle 2 wie folgt zusammen.

[1)] Diese NEM wird für weitere Elektrische Schnittstellen ergänzt.
[2)] Siehe hierzu die NEM 606

Tabelle 2:

Byte	Belegung
0	Hersteller ID nach NMRA (MID)[3)]
1-4	VHDM Erweiterung, Wert 0, wenn nicht benutzt
5	Typ des Steuermoduls
6	Versionsnummer vor Punkt
7	Versionsnummer nach Punkt
8-11	Herstellerspezifische Produktkennung (PID)
12-15	Eindeutige Produktnummer bzw. Seriennummer über alle Geräte (MUN)

Mit Ausnahme der Hersteller-ID als Dezimalzahl (ohne Vorzeichen) erfolgt die Speicherung der Zahlen mittels Little Endian[4)].

Als Typen für Steuermodule sind derzeit nach Tabelle 3 definiert:

Tabelle 3:

Typ Steuermodul	Beschreibung	NEM
A	Weiche	691
B	Signal	692
C	Gleisabschnitte	
D	Zubehör	
E	Bediengerät	

3.2 Übertragungsgeschwindigkeit

Die Geschwindigkeit der Kommunikation mit einem Steuermodul beträgt mindestens 9600 Bit/s und maximal 115200 Bit/s (1 Startbit, 1 Stopbit, no Parity). Die Erhöhung der Geschwindigkeit darf nur mit einer Vielzahl von 9600 Bit/s implementiert werden. Der Hersteller darf nach eigenem Ermessen die Geschwindigkeit festlegen. Zum Aufbau der Kommunikation mit dem Treiber für Steuermodule wird die in der NEM 693 beschriebene Methode angewandt – siehe auch Abschnitt 4.2.

3.3 Update

Die Steuermodul ist so auszurüsten, dass ein Update der Software und der ID in dieser Schnittstelle ermöglicht wird. Der Hersteller muss den Vorgang dokumentieren.

3.4 Zeichensatz

Für die Übermittlung von Textdaten des Bus-Protokolls an die und von den Steuermodulen ist der UTF8-Zeichensatz (Dezimalwerte 000 - 255) anzuwenden.

4. Funktionen

4.1 Funktionalitäten der Daten- und Status-Leitungen

Die fünf TTL-Pegel der Elektrischen Schnittstelle erfüllen mit Bezug auf GND (SELV) die Aufgaben nach Tabelle 4.

[3)] Entspricht dem Wert der CV 7 (Konfigurations-Variable) in Decodern
[4)] Little Endian ist eine Methode zur Abspeicherung von Zahlen

Tabelle 4:

Signal	Pegel	Nummer	Funktion	Bemerkung
RXD	0 / 1	4	Empfang von Daten	mit den spezifizierten Bit/s
TXD	0 / 1	3	Senden von Daten	mit den spezifizierten Bit/s
/RD	0	6	Steuermodul bereit Daten zu empfangen	
RD	1	6	Steuermodul nicht empfangsbereit	
/WR	0	5	Steuermodul bereit Daten zu senden	
WR	1	5	Steuermodul nicht sendebereit	
/CS	0	2	Es besteht Kommunikation mit dem Treiber für Steuermodule	
CS	1	2	Es besteht keine Kommunikation mit dem Treiber für Steuermodule	
GND	0	1		Bezug zur Versorgungsspannung

Die Pegel /RD und /WR dürfen nicht gleichzeitig auftreten, wenn der Pegel /CS besteht.

4.2 Anlegen der Versorgungsspannung / Reset

Das Steuermodul geht nach Anlegen der Versorgungsspannung oder einem Reset auf Empfangsbereitschaft und erwartet ein Testbyte mit dem Dezimalwert 170. Bei Übereinstimmung setzt das Steuermodul das Signal /CS. Anschließend wartet das Steuermodul auf ein ACK (Dezimalwert 006) vom Treiber für Steuermodule und sendet dann die gespeicherte ID an den Treiber für Steuermodule. Danach geht das Steuermodul in Empfangsbereitschaft. Mögliche, am Steuermodul angeschlossene Taster sind auf Betätigung zu prüfen und ggf. deren Aktion durchzuführen. Auf diese Weise ist ein Betrieb der Elektrischen Schnittstelle ohne Treiber für Steuermodule möglich.

4.3 Wechsel zwischen Empfang und Senden

Mit ACK wird dem Steuermodul die Möglichkeit zum Empfang oder zum Senden von Daten gegeben. Vor jeder Sendung hat das Steuermodul zu prüfen, ob der Treiber für Steuermodule in der Lage ist Daten zu empfangen. Bei Vorliegen eines NAK (Dezimalwert 021) kann keine Sendung erfolgen und der Versuch wird wiederholt bis ein NAK vorliegt.

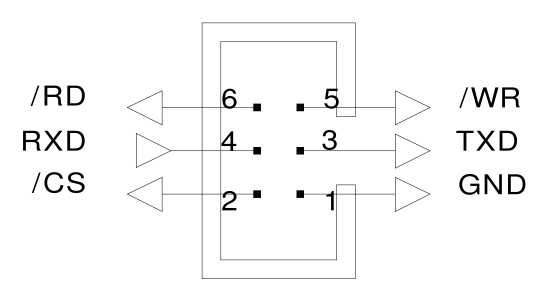
4.4 Datenempfang und Sendung

Das Steuermodul decodiert die empfangenen Daten gemäß Busprotokoll, führt die entsprechende Funktion aus und quittiert die Ausführung mit einer Meldung. Eine Meldung ist immer dann vom Steuermodul zu erzeugen und abzusetzen, wenn eine Aktion nicht durchführbar ist. Im Rahmen der Diagnose erzeugt die Elektrische Schnittstelle selbstständig die Meldung im Falle eines Fehlers.

5. Mechanische Ausführung

Der Treiber für Steuermodule sowie das Steuermodul ist mit einem 6-poligem Wannenstecker (Typ HE10) zu zwei Reihen im Rastermaß 2,54 sowie mit einer Aussparung für die korrekte Verbindung über ein Bandkabel zu versehen. Die Buchsenleiste des Bandkabels besitzt eine Nase, um in die Aussparung einzugreifen[5].

Bild 2:



Ansicht auf Stiftleiste

[5] Dieser Stecker wird von der Industrie zur Programmierung von Mikrokontrollern verwendet (ISP = In Socket Programming)

1. Zweck des Steuermoduls

Das Steuermodul beschreibt die Funktionen sowie die Signalpegel und deren Bedeutung, die von einer Weiche zur Steuerung und Überwachung benötigt werden. Alternativ kann das Steuermodul über eine serielle Schnittstelle gesteuert und überwacht werden.

2. Beschreibung des Steuermoduls

Weichen können mit Doppelspulen, gepolter Spule, Motoren oder dem sogenannten Memory-Draht angetrieben werden. Bei den Motoren sind richtungswechselnde Gleichstrommotoren,

Servos und Schrittmotoren in der Anwendung. Dieses Steuermodul beschreibt den Anschluss solcher Antriebe. Voraussetzung für den Betrieb ist die Installation von Rückmeldern, die einen Aufschluss über die Weichenlage geben.

Bei Anwendung von Digitaltechnik kann über eine zusätzliche Einrichtung nach NEM 690 (Elektrische Schnittstelle für Steuermodule) und NEM 693 (Treiber für Steuermodule) ein Betrieb mit Anschluss an einen seriellen Bus realisiert werden. Das Protokoll ist in der NEM 694 (Bus-Protokoll für Steuermodule) beschrieben.

Das Steuermodul unterstützt die ständige interne Diagnosefunktion, um den Zustand der Weichenlage und die Funktionsfähigkeit der Beleuchtung, sofern vorhanden, ermitteln zu können.

3. Funktionsbeschreibung

Das Steuermodul verlangt zum Betätigen einer Funktion ein Schalten nach GND der Spannungsversorgung. Ein- und Ausgänge sind, wo erforderlich, über Optokoppler, durch Serienwiderstände oder Dioden zu schützen. Nach dem Anlegen der Versorgungsspannung wird eine Diagnose durchgeführt. Alle Eingänge und Ausgänge liegen auf Pegel H. Ausgänge mit der Funktion Status zeigen das Ergebnis der Diagnose an. Die Versorgung erfolgt mit 14 - 18 Volt Gleichspannung (SELV). Die nötige Spannung für die Logik wird von dieser bereitgestellt.

3.1 Grundsätze

Mit Betätigung eines Tasters wird die Weiche über einen Antrieb an den Ausgängen Treiber 0-3 bzw. PWM in die rechte oder linke Stellung gebracht. Der angeschlossene Antrieb ist in seiner Art durch die Brücken 1-3 definiert. Die an der Weiche angebrachten Rückmelder signalisieren die eingenommene Lage.

Ein Taster schaltet die Beleuchtung ein oder aus. Ein durch den Anwender zu definierender Widerstand bestimmt den durch den Verbraucher fließenden Strom. Ob Strom fließt oder nicht, wird ausgewertet.

Wird eine Steuerung und Überwachung mittels eines Treibers für Steuermodule über einen seriellen Bus durchgeführt, werden die Eingänge E9 - E12 und die Ausgänge A10 und A11 nicht beschaltet. An deren Stelle tritt eine Kommunikation über eine serielle Schnittstelle.

Die Baugruppe zeigt das Blockdiagramm:

links: Bediener
rechts: Weiche
oben: Spannungsversorgung
unten: Kommunikation

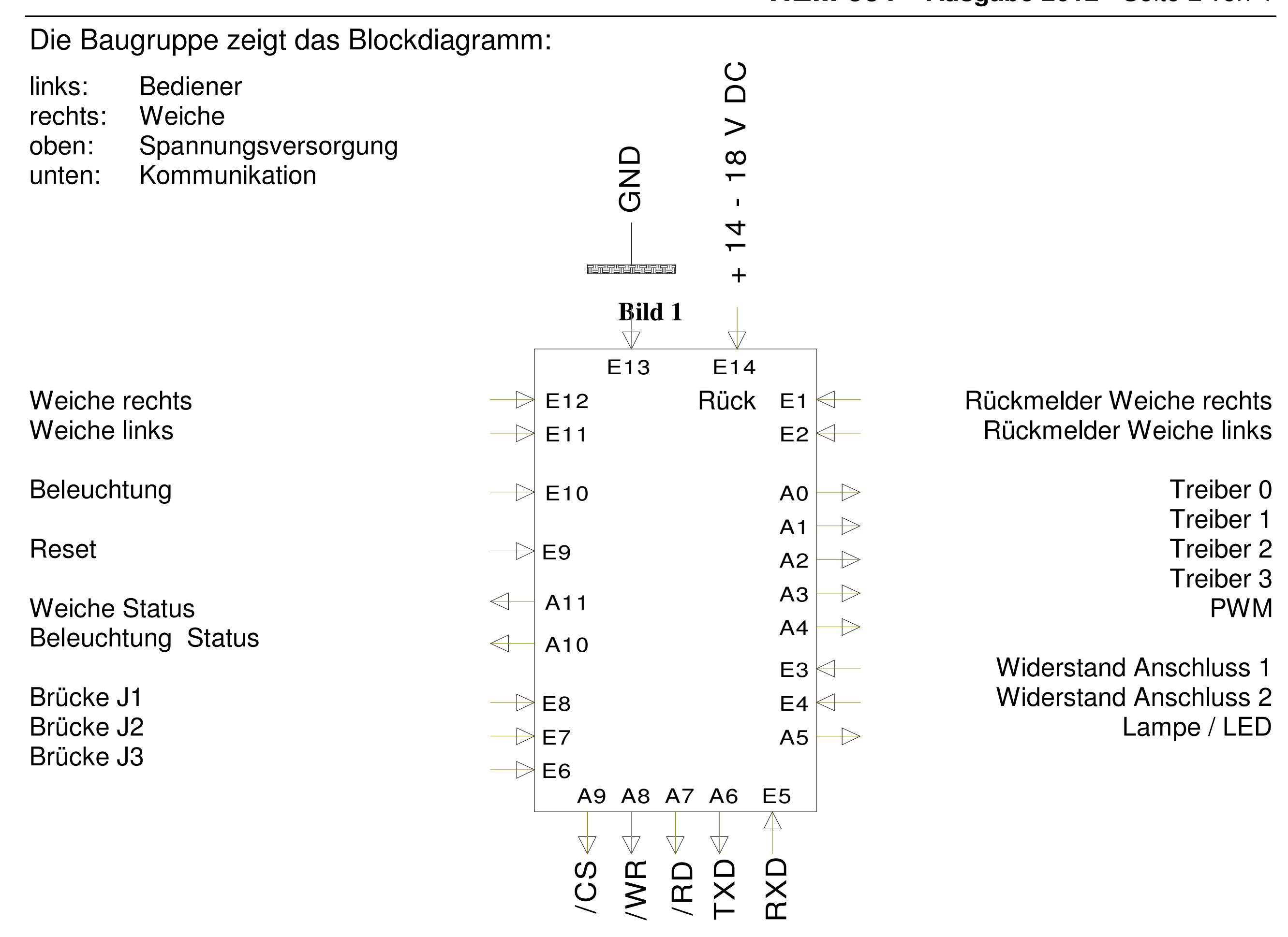


Bild 1

3.2 Auswahl des Antriebes

Die gesetzten Brücken definieren den Antrieb der Weiche wie folgt:

Tabelle 1:

Art Antrieb	J1	J2	J3	Anschluss	Bedeutung
Doppelspule	L	L	L	Treiber 0 - GND Treiber 1 - GND	Weiche rechts Weiche links
Gepolte Spule, Motor [1], Memory-Draht	H	L	L	Treiber 0 – Treiber 1	Wechsel der Polarität, Ausgang 0 Positiv ist rechtsdrehend, Ausgang 1 Positiv ist linksdrehend
Schrittmotor unipolar [2], zwei Phasen an Vollschritt [4]	L	L	H	Treiber 0 - GND Treiber 1 - GND Treiber 2 - GND Treiber 3 - GND	Drehrichtung rechts führt zu Weiche rechts Drehrichtung links führt zu Weiche links
Schrittmotor bipolar, Vollschritt [3], [4]	L	H	L	Treiber 0 - Treiber 1 Treiber 2 - Treiber 3	Drehrichtung rechts führt zu Weiche rechts Drehrichtung links führt zu Weiche links
Signalleitung Servo [5]	H	H	H	PWM	Pulswiederholung 20 ms, Pluslänge 1 ms stellt Weiche rechts, Pulslänge 2 ms stellt Weiche links. Toleranz + 10 %

Anmerkungen:

1) Die gepolte Spule bewegt sich nach rechts, wenn ein positives Signal am Ausgang A0 anliegt. Der Motor wird mit dem Anschluss + am Ausgang A0 angeschlossen und bewegt sich nach rechts, wenn ein positives Signal am Ausgang 0 anliegt.
2) In der Drehrichtung rechts schaltet der Motor von Treiber 0 – 3, in der Drehrichtung links von 3 – 0.
3) Spule 1 an Treiber 1 und 0, Spule 2 an Treiber 2 und 3
4) Ein Halbschritt ist derzeit nicht vorgesehen.
5) Eine Endabschaltung des Antriebes wird durch das Steuermodul ausgeführt.

Die Pegel an den Ausgängen A0 – A3 werden durch die Art des Antriebes bestimmt.

Tabelle 2: Pegel für Doppelspule

Treiber 0	Treiber 1	Spule Weiche rechts	Spule Weiche links
H	L	aktiviert	ausgeschaltet
L	H	ausgeschaltet	aktiviert
L	L	ausgeschaltet	ausgeschaltet

Anmerkung: Beide Ausgänge an den Treibern dürfen nicht gleichzeitig den Pegel H führen.

Tabelle 3: Pegel für gepolte Spule, Motor, Memory-Draht

Treiber 0	Treiber 1	Spule	Motor	Memory-Draht
H	L	Hebel nach rechts	dreht rechts	fließt Strom
L	H	Hebel nach links	dreht links	fließt Strom
L	L	stromlos	stoppt	stromlos
H	H	stromlos	stoppt	stromlos

Tabelle 4: Pegel für Schrittmotoren (4 Schritte rechts drehend)

Schritt	Treiber 0	Treiber 1	Treiber 2	Treiber 3
0	H	L	L	H
1	H	L	H	L
2	L	H	H	L
3	L	H	L	H

Der Schrittmotor ist abgeschaltet, wenn alle Treiber den Pegel L führen. Der Pegel H an allen Treibern ist nicht zulässig.

3.3 Detaillierte Beschreibungen der Funktionen

3.3.1 Stellen der Weiche

Durch Tasten des Pegels auf L an den Eingängen E11 oder E12 wird die Weiche umgestellt. Die Rückmelder (Eingang E1 bzw. E2) werden ausgewertet, der Antrieb abgeschaltet und die Weichenlage für die nächste Testung gespeichert. Führt einer der Rückmelder den Pegel L, dann steht am Ausgang A11 der Pegel L an, der die ordnungsgemäße Funktion der Weiche signalisiert. Steht die Weiche in der gewünschten Lage, wird keine Steuerung vorgenommen.

3.3.2 Ein- / Ausschalten der Beleuchtung

Durch Tasten des Pegels auf L des Einganges E10 wird die Beleuchtung eingeschaltet. Erneutes Tasten schaltet die Beleuchtung aus. Das Steuermodul speichert den Zustand. Ist eine Lampe / LED installiert und kann Strom fließen, dann liegt am Ausgang A10 der Pegel L an, der eine ordnungsgemäße Funktion anzeigt. Der Widerstand an den Eingängen E3 und E4 ist je nach angeschlossenem Verbraucher zu dimensionieren.

3.3.3 Reset

Die Betätigung dieses Tasters bewirkt den Neustart des Ablaufes im Steuermodul und entspricht dem Anlegen der Spannung. Damit wird die interne Diagnose ausgeführt.

3.3.4 Interne Diagnose

Beim Anlegen der Spannung an das Steuermodul werden die Rückmelder ausgewertet. Die Auswertung kann ergeben, dass beide Rückmelder aktiv oder inaktiv waren. Der Ausgang A11 führt dann den Pegel H. Ein Timer überwacht die maximale Zeit von 3 Sekunden, bis einer der Rückmelder aktiv geworden ist. Nach Ablauf der Zeit wird der Antrieb ausgeschaltet. Hinsichtlich der Beleuchtung wird festgestellt, ob ein Verbraucher installiert ist. Ist eine installierte Lampe durchgebrannt, dann führt der Ausgang A10 den Pegel H. Die Auswertung findet auch während des Betriebes statt.

4. Serielle Schnittstelle

Die Ausgänge A6 – A9 und der Eingang E5 realisieren eine serielle Schnittstelle mit TTL-Pegeln. Die Bedeutung der Anschlüsse ist wie folgt:

Tabelle 5: Serielle Schnittstelle

Signal	Anschluss	Bedeutung	#-Stecker
RXD	E5	Empfang von Daten	4
TXD	A6	Senden von Daten	3
/RD	A7	Wenn Pegel L, dann Empfang von Daten	6
/WR	A8	Wenn Pegel L, dann Senden von Daten	5
/CS	A9	Wenn Pegel L, dann besteht Kommunikation mit dem Treiber für Steuermodule	2
GND	E13		1

5. Verbindung

5.1 Individuelle Bedienung

Die erforderlichen Taster und Anzeigen werden über Schraubklemmen angeschlossen.

5.2 Spannungsversorgung

Die Spannungsversorgung von 14 – 18 V DC (SELV) wird über Schraubklemmen angeschlossen.

5.3 Verbindung zum Modellbahnartikel

Für die Verbindung zum Modellbahnartikel Weiche sind zwei Ausführungen möglich:
- Die universelle Ausführung ist mit Schraubklemmen ausgerüstet.
- Die proprietäre Ausführung ist mit einer vom Hersteller definierten Steckverbindung ausgerüstet.

5.4 Anschluss an den Treiber für Steuermodule

Der Anschluss erfolgt über einen 6-poligen verdrehungssicheren Wannenstecker nach NEM 690.

6. Elektrische Spezifikation

Ein- und Ausgänge sind, mit Ausnahme der seriellen Schnittstelle, durch geeignete Maßnahmen (z.B. Optokoppler, Serienwiderstand, Dioden) zu schützen.

6.1 Eingänge

Mit Ausnahme der Eingänge E3 und E4 führen die Eingänge TTL-Pegel und dürfen mit maximal 10 mA belastet werden. Es empfiehlt sich eine Entprellung der Taster einzurichten.

6.2 Ausgänge

Alle Ausgänge, mit Ausnahme der Ausgänge A0 - A 3, führen TTL-Pegel und dürfen mit maximal 30 mA belastet werden. Der Verbraucher am Ausgang A5 führt die Spannung, die sich durch den Vorwiderstand an den Eingängen E3 und E4 in Bezug auf die angeschlossene Spannung von 14 – 18 V DC einstellt und darf mit maximal 50 mA belastet werden.
Die Ausgänge A0 – A3 liefern bei Pegel H die angelegte Spannung von 14 – 18 V DC bei einer maximalen Belastbarkeit von 800 mA.

1. Zweck des Steuermoduls

Das Steuermodul beschreibt für mechanische Signale und Lichtsignale die Funktionen sowie die Signalpegel und deren Bedeutung, die von einem Signal zur Steuerung und Überwachung benötigt werden.
Alternativ kann das Steuermodul über eine serielle Schnittstelle gesteuert und überwacht werden.

2. Beschreibung des Steuermoduls

Das Steuermodul ist Teil eines Signaltyps einer Bahnverwaltung in einer Epoche. Es wird mit Informationen versorgt, die ein bestimmtes Signalbild erzeugen.
Zu einem Hauptsignal gehörige Vorsignale, mechanische Rangiersignale oder Deckungssignale werden über eine externe Logik zugeordnet und geschaltet.

Eine Beeinflussung der (des) zugehörigen Gleisabschnitte(s) wird nicht unterstützt. Die Beeinflussung soll flexibel durch eine externe Logik erfolgen.

Bei Anwendung von Digitaltechnik kann über eine zusätzliche Einrichtung nach NEM 690 (Elektrische Schnittstelle für Steuermodule) und NEM 693 (Treiber für Steuermodule) ein Betrieb mit An-schluss an einen seriellen Bus realisiert werden. Das Protokoll ist in der NEM 694 (Bus–Protokoll für Steuermodule) beschrieben. Die Anzeige von mehreren Zusatzsignalen ist dann möglich.

3. Funktionsbeschreibung

Das Steuermodul verlangt zum Betätigen einer Funktion ein Schalten nach Masse (0 Volt). Ein- und Ausgänge sind, wo erforderlich, über Optokoppler, durch Serienwiderstände oder Dioden zu schützen. Nach dem Anlegen der Versorgungsspannung wird eine Diagnose durchgeführt. Alle Eingänge und Ausgänge liegen auf Pegel H, Ausgänge mit der Funktion Status zeigen das Ergebnis der Diagnose an. Die Versorgung erfolgt mit 14 - 18 Volt Gleichspannung (SELV). Die nötige Spannung für die Logik wird von dieser bereitgestellt.

3.1 Grundsätze Mechanisches Signal

Mechanische Signale können mit Doppelspulen, gepolter Spule, Motoren oder dem sogenannten Memory-Draht angetrieben werden. Bei den Motoren sind richtungswechselnde Gleichstrommotoren, Servos oder Schrittmotoren in der Anwendung. Die Schnittstelle beschreibt den Anschluss solcher Antriebe.

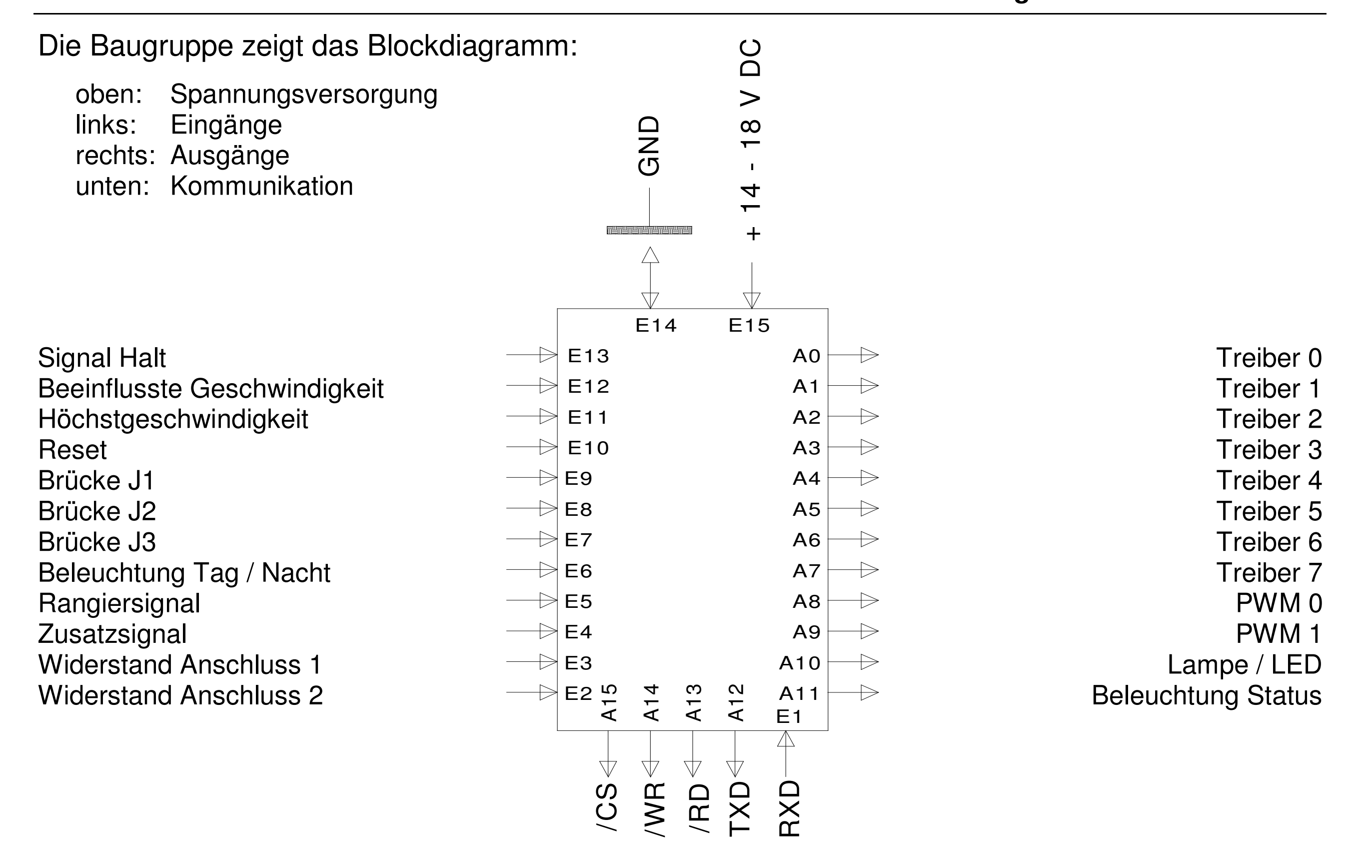
Mit Betätigung des entsprechenden Tasters wird das Signal über einen Antrieb an den Ausgängen Treiber 0-3 bzw. PWM 0 in Stellung „Halt“ oder „Höchstgeschwindigkeit“ gebracht. Mit dem Taster „Beeinflusste Geschwindigkeit“ wird über einen weiteren Antrieb an den Ausgängen Treiber 4-7 bzw. PWM 1, der zugehörige Signalflügel in Stellung gebracht. Wird ein Servo als Antrieb eingesetzt, können die Funktionen „Rangiersignal“, „Zusatzsignal“ nicht genutzt werden, da diese die Ausgänge A8 und A9 zur Anzeige benötigen.

Ein Taster schaltet die Beleuchtung ein und aus. Ein durch den Anwender zu definierender Widerstand bestimmt den durch den Verbraucher fließenden Strom. Ob Strom fließt oder nicht, wird bei den mechanischen Signalen ausgewertet.

Wird eine Steuerung und Überwachung mittels eines Treibers für Steuermodule über einen seriellen Bus durchgeführt, werden die Eingänge E4 - E6, E10 - E13 und der Ausgang A11 nicht beschaltet. An deren Stelle tritt eine Kommunikation über eine serielle Schnittstelle.

Die Baugruppe zeigt das Blockdiagramm:

oben: Spannungsversorgung
links: Eingänge
rechts: Ausgänge
unten: Kommunikation



3.1.2 Auswahl des Antriebes

Die gesetzten Brücken definieren den Antrieb des Signals wie folgt:

Tabelle 1:

Art Antrieb	J1	J2	J3	Anschluss	Bedeutung
Doppelspule	L	L	L	Treiber 0 - GND Treiber 1 - GND Treiber 2 - GND Treiber 3 - GND	Signal Halt Höchstgeschwindigkeit Beeinflusste Geschwindigkeit aus Beeinflusste Geschwindigkeit
Gepolte Spule, Motor [1], Memory-Draht	H	L	L	Treiber 0 – Treiber 1 Treiber 2 – Treiber 3	Wechsel der Polarität: Ausgang 0 Positiv, dann Signal Halt, Ausgang 1 Positiv, dann Höchstgeschwindigkeit Wechsel der Polarität: Ausgang 2 Positiv, dann Beeinflusste Geschwindigkeit aus, Ausgang 3 Positiv, dann Beeinflusste Geschwindigkeit
Schrittmotor unipolar [2], zwei Phasen an, Vollschritt [4]	L	L	H	Treiber 0 - GND Treiber 1 - GND Treiber 2 - GND Treiber 3 - GND Treiber 4 - GND Treiber 5 - GND Treiber 6 - GND Treiber 7 - GND	Drehrichtung rechts führt zu Signal Halt. Drehrichtung links führt zu Höchstgeschwindigkeit Drehrichtung rechts führt zu Beeinflusste Geschwindigkeit aus. Drehrichtung links führt zu Beeinflusste Geschwindigkeit
Schrittmotor bipolar, Vollschritt [3], [4]	L	H	L	Treiber 0 - Treiber 1 Treiber 2 - Treiber 3 Treiber 4 - Treiber 5 Treiber 6 - Treiber 7	Drehrichtung rechts führt zu Signal Halt, Drehrichtung links führt zu Höchstgeschwindigkeit Drehrichtung rechts führt zu Beeinflusste Geschwindigkeit aus, Drehrichtung links führt zu Beeinflusste Geschwindigkeit
Signalleitung Servo [5]	H	H	H	PWM 0 PWM 1	Pulswiederholung 20 ms, Pulslänge 1 ms stellt Signal Halt, Pulslänge 2 ms stellt Signal Höchstgeschwindigkeit Pulslänge 1 ms Stellt Signal auf Beeinflusste Geschwindigkeit aus, Pulslänge 2 ms Stellt Signal auf Beeinflusste Geschwindigkeit ein, Toleranz + 10 %

Anmerkungen:

1) Die gepolte Spule bewegt sich nach rechts, wenn ein positives Signal am Ausgang 0 anliegt. Der Motor wird mit dem Anschluss + am Ausgang 0 angeschlossen und bewegt sich nach rechts, wenn ein positives Signal am Ausgang 0 anliegt.
2) In der Drehrichtung rechts schaltet der Motor von Treiber 0 – 3, in der Drehrichtung links von 3 – 0, gilt auch für Treiber 4 - 7.
3) Spule 1 an Treiber 1 und 0, Spule 2 an Treiber 2 und 3, gilt analog für Treiber 4 - 7.
4) Ein Halbschritt ist derzeit nicht vorgesehen.
5) Eine Endabschaltung des Antriebes wird durch das Steuermodul ausgeführt.

Die Pegel an den Ausgängen A0 – A 3 und A4 - A7 werden durch die Art des Antriebes bestimmt:

Tabelle 2: Pegel für Doppelspule

Treiber 0	Treiber 1	Spule Signal Halt	Spule Höchstgeschwindigkeit
H	L	aktiviert	ausgeschaltet
L	H	ausgeschaltet	aktiviert
L	L	ausgeschaltet	ausgeschaltet

Treiber 2	Treiber 3	Spule Beeinflusste Geschwindigkeit aus	Spule Beeinflusste Geschwindigkeit
H	L	aktiviert	ausgeschaltet
L	H	ausgeschaltet	aktiviert
L	L	ausgeschaltet	ausgeschaltet

Anmerkung: Beide Ausgänge an den Treibern dürfen nicht gleichzeitig den Pegel H führen.

Tabelle 3: Pegel für gepolte Spule, Motor, Memory-Draht

Treiber 0	Treiber 1	Spule	Motor	Memory-Draht
H	L	Hebel nach rechts	dreht rechts	fließt Strom
L	H	Hebel nach links	dreht links	fließt Strom
L	L	stromlos	stoppt	stromlos
H	H	stromlos	stoppt	stromlos

Die Tabelle gilt analog für Treiber 2 – 3.

Tabelle 4: Pegel für Schrittmotoren (4 Schritte rechts drehend)

Schritt	Treiber 0	Treiber 1	Treiber 2	Treiber 3
0	H	L	L	H
1	H	L	H	L
2	L	H	H	L
3	L	H	L	H

Die Tabelle gilt analog für Treiber 4 - 7. Der Schrittmotor ist abgeschaltet, wenn alle Treiber den Pegel L führen. Der Pegel H an allen Treibern ist nicht zulässig.

3.1.3 Detaillierte Beschreibung der Funktionen

3.1.3.1 Stellen des Signals

Durch Tasten eines Einganges E11 – E 13 wird der entsprechende Antrieb aktiviert. Dauerhaft gekoppelte Signalflügel können mit einem Taster unter Parallelschaltung von Eingang E12 und E13 bedient werden. Steht das Signal in der gewünschten Lage, wird keine Steuerung vorgenommen.

3.1.3.2 Ein- / Ausschalten der Beleuchtung

Durch Tasten des Pegels auf L am Eingang E6 wird die Beleuchtung eingeschaltet. Erneutes Tasten schaltet die Beleuchtung aus. Die Baugruppe speichert den Zustand. Ist eine Lampe / LED installiert und kann Strom fließen, dann liegt am Ausgang A11 der Pegel L an, der eine ordnungsgemäße Funktion anzeigt. Der Widerstand an den Eingängen ist je nach angeschlossenem Verbraucher zu dimensionieren.

3.1.3.3 Rangier- und Zusatzsignal

Ist das Signal mit zusätzlichen Leuchtanzeigen ausgerüstet, so kann mit Tasten der Eingänge E4 bzw. E5 an den Ausgängen PWM 0 bzw. PWM 1 ein für Leuchtdioden passender Pegel erzeugt werden. Diese Anzeige ist bei Einsatz von Servos nicht nutzbar. Erneutes Tasten schaltet die Anzeige aus.

3.1.3.4 Interne Diagnose

Hinsichtlich der Beleuchtung wird festgestellt, ob ein Verbraucher installiert ist. Ist eine installierte Lampe durchgebrannt, dann führt der Ausgang 11 den Pegel H. Die Auswertung findet auch während des Betriebes statt. Ein Timer schaltet die Antriebe nach max. 3 Sekunden ab.

3.2 Grundsätze Lichtsignal

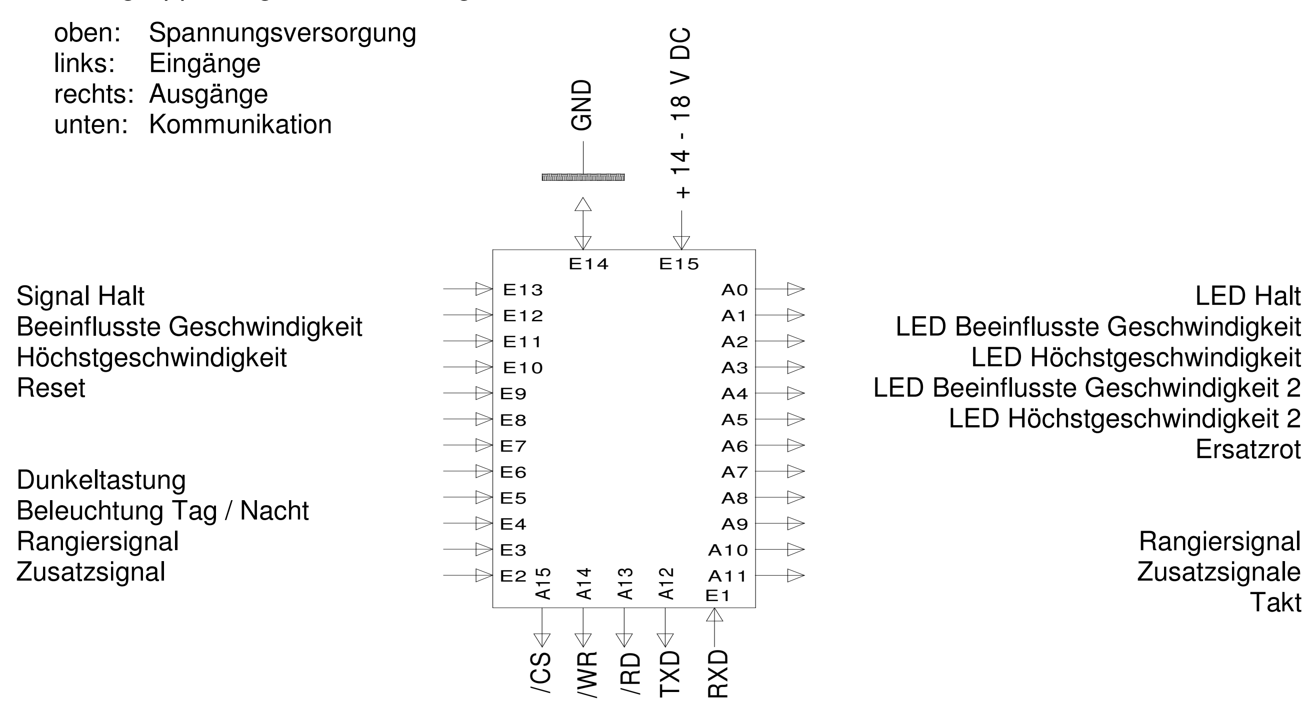
Lichtsignale sind mit LED und gegebenenfalls mit Punktmatrix-Anzeigen für die Anzeige verschiedener Zusatzsignale ausgerüstet. Wegen der Vielfalt der Zusatzsignale muss im Signal selbst eine Decodierung der am Ausgang A9 anstehenden Zeichen stattfinden.

Ein Taster kann die Beleuchtung ein- und ausschalten bzw. die Helligkeit steuern. Eine Anzeige über den Zustand der LED im Lichtsignal erfolgt nicht.

Wird eine Steuerung und Überwachung mittels einer Zusatzeinrichtung über einen seriellen Bus durchgeführt, werden die Eingänge E4 - E7 und E10 - E13 nicht beschaltet. An deren Stelle tritt eine Kommunikation über eine serielle Schnittstelle.

Eine ständige interne Diagnose ist nicht erforderlich. Die Auslösung Reset ermöglicht eine Überprüfung der Funktionalität der Leuchtanzeigen.

Die Baugruppe zeigt das Blockdiagramm:



3.2.1 Stellen des Signals

Durch Tasten eines der Eingänge E11 – E 13 wird die LED von Ausgang A0 – A2 aktiviert. Steht das Signal in der gewünschten Lage, wird keine Steuerung vorgenommen. Die vorübergehende Dunkeltastung bei Wechsel des Signalbildes wird durch die interne Logik der Baugruppe realisiert. Die Anzeigen für Geschwindigkeit 2 stehen bei Anwendung der Digitaltechnik zur Verfügung.

3.2.2 Beleuchtung

Durch Tasten des Pegels auf L am Eingang E7 wird ein eingestelltes Signalbild ein- oder ausgeschaltet. Durch Tasten des Pegels auf L am Eingang E6 wird eine unterschiedliche Helligkeit an den Ausgängen A0 – A5 erzeugt. Die Baugruppe kann den Zustand speichern.

3.2.3 Rangiersignal

Durch Tasten des Pegel auf L am Eingang E5 wird / werden am Ausgang A9 die LED angesteuert, die ein solches Signalbild erzeugen. Alternativ kann bei bestimmten Signaltypen ein verkürzter Bremsweg bzw. Signalabstand angezeigt werden. Erneutes Tasten schaltet das Signal aus. Die Baugruppe kann den Zustand speichern.

3.2.4 Zusatzsignale

Durch Tasten des Pegels auf L am Eingang E4 wird eine LED am Ausgang A9 ein- oder ausgeschaltet, z.B. ein Ersatzsignal. Alternativ kann bei bestimmten Signaltypen ein verkürzter Bremsweg bzw. Signalabstand oder Signalwiederholer angezeigt werden. Wird eine serielle Schnittstelle benutzt, dann können verschiedene Zusatzsignale über eine Punktmatrix erzeugt werden. Der Ausgang A9 sendet eine Bitfolge (ASCII), die dem darzustellenden Zeichen entspricht. Der Ausgang A10 stellt den Takt zur Verfügung. Die Baugruppe kann den Zustand speichern.

3.3 Reset

Die Betätigung dieses Tasters bewirkt den Neustart des Ablaufes in der Baugruppe und entspricht dem Anlegen der Spannung. Damit wird die interne Diagnose ausgeführt. Die Signalflügel bzw. LED führen einen Zyklus der Signalbilder durch. Die Lichtsignale sind danach dunkel getastet.

4. Serielle Schnittstelle

Die Ausgänge A12 – A15 und der Eingang E1 realisieren eine serielle Schnittstelle mit TTL-Pegeln. Die Bedeutung der Anschlüsse ist wie folgt:

Tabelle 5: Serielle Schnittstelle

Signal	Anschluss	Bedeutung	#-Stecker
RXD	E5	Empfang von Daten	4
TXD	A6	Senden von Daten	3
/RD	A7	Wenn Pegel L, dann Empfang von Daten	6
/WR	A8	Wenn Pegel L, dann Senden von Daten	5
/CS	A9	Wenn Pegel L, dann ist die Zusatzeinrichtung betriebsbereit	2
GND	E13		1

5. Schnittstelle Zusatzsignale

Der I2C-Bus kommt zur Anwendung. SDA (Serial Date Line) wird für die Daten des Zusatzsignals und SCL (Serial Clock Line) für den Takt verwendet.

6. Verbindungen

6.1 Individuelle Bedienung

Die erforderlichen Taster und Anzeigen werden über Schraubklemmen angeschlossen.

6.2 Spannungsversorgung

Die Spannungsversorgung von 14 – 18 V DC (SELV) wird über Schraubklemmen angeschlossen.

6.3 Verbindung zum Modellbahnartikel

Für die Verbindung zum Modellbahnartikel Signal sind zwei Ausführungen möglich:
- Die universelle Ausführung ist mit Schraubklemmen ausgerüstet.
- Die proprietäre Ausführung ist mit einer vom Hersteller definierten Steckverbindung ausgerüstet.

6.4 Anschluss an den Treiber für Steuermodule

Der Anschluss erfolgt über einen 6-poligen verdrehungssicheren Wannenstecker nach NEM 690.

7. Elektrische Spezifikation

Ein- und Ausgänge sind mit Ausnahme der seriellen Schnittstelle durch geeignete Maßnahmen (z.B. Optokoppler, Serienwiderstand, Dioden) zu schützen.

7.1 Eingänge

Mit Ausnahme der Eingänge E2 und E3 führen die Eingänge TTL-Pegel und dürfen mit maximal 10 mA belastet werden. Es empfiehlt sich eine Entprellung der Taster einzurichten.

7.2 Ausgänge

Alle Ausgänge führen TTL-Pegel und dürfen mit maximal 30 mA belastet werden. Der Verbraucher am Ausgang A10 (Abschnitt 3.1) führt die Spannung, die sich durch den Vorwiderstand an den Eingängen E3 und E4 in Bezug auf die abgeschlossene Spannung von 14 – 18V DC einstellt und darf mit maximal 50 mA belastet werden. Die Ausgänge A0 – A7 (Abschnitt 3.1) liefern bei Pegel H die angelegte Spannung von 14 – 18V DC, bei einer max. Belastbarkeit von 800 mA. Die Ausgänge A0 – A5 (Abschnitt 3.2) werden durch eine Pulsweitenmodulation (PWM) angesteuert.

Treiber für Steuermodule

Empfehlung **Ausgabe 2012**

1. Zweck

Diese Norm beschreibt die Voraussetzungen, die für einen Betrieb eines Steuermoduls nach NEM 690 an einem Bus-System zu erfüllen sind.

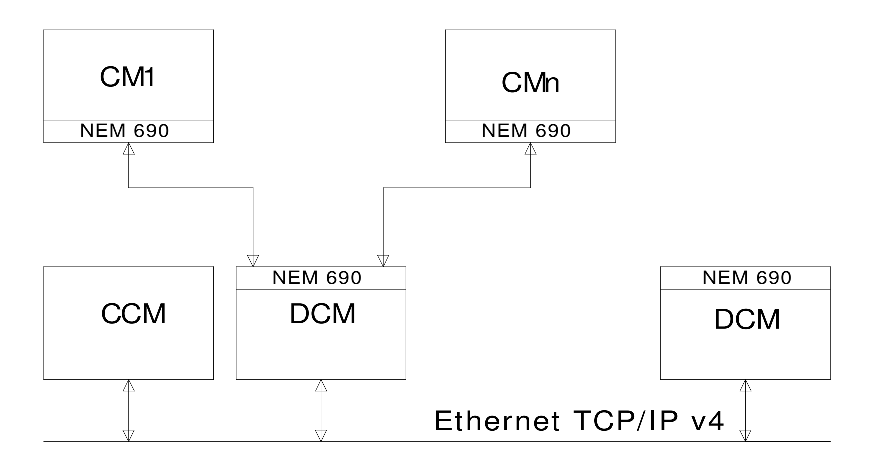
2. Grundsatz

Die Steuermodule werden mit einem Zusatz – nachstehend Treiber für Steuermodule bezeichnet - verbunden, der über ein LAN[1)] mit einem Zentralen Steuergerät kommuniziert[2)].

Der Treiber für Steuermodule erfüllt in Bezug auf die Objekte der Modellanlage keine Steuerungs- und Kontroll-Funktion.

Der Treiber für Steuermodule empfängt von und sendet zum Steuermodul Datensätze. Er steuert den Datenfluss vom / zum LAN zu den / von den Steuermodulen. Die Anzahl der anzuschließenden Steuermodule ist nicht begrenzt. Es dürfen unterschiedliche Typen von Steuermodulen angeschlossen werden.

Einordnung des Treibers für Steuermodule:



Legende:			
	CM1 bis CMn	= (Controller Module)	= Steuermodul
	CCM	= (Central Controller Module)	= Zentrales Steuergerät
	DCM	= (Driver Controller Module)	= Treiber für Steuermodule

3. Voraussetzungen

3.1 Protokollstapel

Tabelle 1 zeigt den Aufbau der verwendeten Protokolle.

---

1) LAN = Local Aera Network, Lokales Netzwerk

2) Siehe hierzu die NEM 606

Tabelle 1:

Anwendung	HTTP mit Protokoll nach NEM 694
Transport	TCP (Transmission Control Protocol)
Vermittlung	IPv4 (Internet Protocol)
Netzzugriff	Ethernet

3.2 Datenübermittlung

Zur Übermittlung der Daten nach NEM 694 wird das Hypertext Transfer Protocol in der Version 1.1 angewendet (http/1.1). Diese Version hält eine einmal stattgefundene Verbindung zwischen Bus-Teilnehmern aufrecht. Der Uniform Resource Indicator (URI) „data:“ wird zur Übertragung der Daten verwendet. Wegen der bidirektionalen Übertragung ist ein zentrales Peer-to-Peer System zu benutzen.

3.3 Physische Ausprägung des LAN

Die Spezifikation nach IEE802.3u (Fast Ethernet) kommt zur Anwendung. Es kommt eine Übertragungsrate von mindestens 100 MBit / Sekunde zur Anwendung. Das zur Verkabelung verwendete Material entspricht der Kategorie CAT-5 Modular-Stecker und Modular-Buchsen entsprechen dem Standard RJ-45S: 8P2C.

Ein Betrieb mittels Wireless LAN nach 802.11 ist nicht ausgeschlossen.

3.4 IP-Adressierung und Verwaltung

Alle am LAN angeschlossenen Geräte besitzen eine MAC-Adresse[3)]. Mittels ARP[4)] und DHCP[5)] wird jedem Treiber für Steuermodule eine IP-Adresse dynamisch zugewiesen. Hat der Treiber für Steuermodule seine IP-Adresse erkannt, dann sendet es für jedes angeschlossene Steuermodul eine Meldung mit der IP-Adresse und der ID des Steuermoduls an das Zentrale Steuergerät.
Als Adressblock wird ein Netz der Klasse B mit der Subnetzmaske 255.255.0.0 verwendet.

3.5 IP-Paket

Neben den variabel auszufüllenden Feldern im Kopfteil des IP-Paketes enthalten die nachstehenden Felder des Kopfteiles Daten nach Tabelle 2:

Tabelle 2:

Bezeichnung	**Wert**	**Bemerkung**
Version	4	für IP v4
IHL = IP-Kopflänge	5	Minimallänge für 20 Bytes
TOS = Typ des Dienstes	Bit 3 – 5 = 0 Bit 3 – 5 = 1	Normal Für kritische Aktionen oder Meldungen
Flags	Bit 3 = 1	keine Fragmentierung
TTL = Lebenszeit des Paketes	0x0A	10 Sek.
Protokoll	6	TCP

Dem Kopf folgen die Nutzdaten gemäß NEM 694.

[3)] MAC = Media Access Control, weltweit einzig vorhandene Adresse
[4)] ARP = Address Resolution Protocol, Mit einer Sendung „an alle“ antworten die Empfänger mit ihrer MAC-Adresse.
[5)] DHCP = Zuweisung der Netzwerkkonfiguration an Clients durch einen Server

3.6 Verbindung vom Treiber für Steuermodule zum Steuermodul

Die fünf Signale eines Steuermoduls werden mit dem Treiber für Steuermodule eins zu eins verbunden. Die erforderliche Kreuzung der Signale RXD und TXD (siehe NEM 690) wird im Treiber für Steuermodule vorgenommen.

3.7 Betriebsanzeigen

Der Treiber für Steuermodule enthält für jedes der angeschlossenen Steuermodule eine LED um den Betriebszustand des Steuermoduls (aktiv / inaktiv) anzuzeigen. Als aktiver Betriebszustand gilt eine funktionierende Kommunikation mit dem Treibermodul.

4. Funktionen

4.1 Anlegen der Versorgungsspannung / Reset

Der Treiber für Steuermodule versucht nach Anlegen der Versorgungsspannung oder einem Reset Verbindung mit einem Steuermodul auf zunehmen. An jeden Anschluss wird ein Testbyte mit dem dezimalen Wert 170, beginnend mit einer Baudrate von 9600 Baud ausgesendet. Hat das Steuermodul das Testbyte erkannt, setzt es den Pegel des Signales /CS (siehe auch NEM 690, 4.2) und der Treiber für Steuermodule speichert die Nummer des Anschlusses des Steuermoduls als aktiv. Wird das Testbyte nicht erkannt, dann wird die Baudrate um 9600 Baud erhöht und ein weiterer Versuch gemacht - und so weiter. Wird die Baudrate von 115200 überschritten, dann wird die Nummer des Anschlusses als inaktiv gespeichert.

Ist ein Anschluss aktiv, sendet der Treiber für Steuermodule ein ACK (Wert 006). Als Antwort vom Steuermodul folgt die gespeicherte Identifikation (ID), welche im Treiber für Steuermodule gespeichert wird.

Der Aufbau der Verbindung über das LAN erfolgt nach den Regeln der Protokolle von TCP/IP. Anschließend wird die IP-Adresse, die ID des Steuermoduls und die Nummer des Anschlusses an das Zentrale Steuergerät übermittelt.

4.2 IP-Pakete, Überprüfung und Extrahieren des Datensatzes

Der Treiber für Steuermodule und die Steuermodule befinden sich grundsätzlich in der Betriebsart Empfang. Der Treiber für Steuermodule überprüft die vom Treibermodul über das LAN eingetroffenen IP-Pakete auf die Gültigkeit der ID der angeschlossenen Steuermodule. Ungültige ID werden an das Zentrale Steuergerät gemeldet. Bei gültiger ID wird der Datensatz mit den Positionen ab Position 18 nach NEM 694 extrahiert. An das zugehörige Steuermodul wird ein NAK (Wert 021) gesendet und der Datensatz an die Nummer des Anschlusses übermittelt. Nach der Übermittlung wird ein ACK (Wert 006) gesendet.

4.3 Empfang oder Senden eines Datensatzes

Während der Treiber für Steuermodule sich auf Bereitschaft zum Empfang von IP-Paketen befindet, kann ein Steuermodul eine Meldung senden. Allen anderen Steuermodulen wird bei Eintreffen einer Meldung ein NAK gesendet. Der Datensatz wird mit der derzeit gültigen IP-Adresse des Treibers für Steuermodule und der ID des Steuermoduls versehen, in ein IP-Paket gepackt und zur Sendung gebracht. Anschließend wird den angeschlossenen Steuermodulen ein ACK gesendet.

5. Verbindung

5.1 Anschluss an ein Steuermodul

Der Anschluss erfolgt über einen 6-poligen verdrehungssicheren Wannenstecker nach NEM 690.

5.2 Anschluss an das LAN

Die RJ-45 Buchse soll mit einer LED ausgerüstet sein, die nach Verbindung mit dem LAN leuchtet und damit den korrekten Anschluss signalisiert.

6. Elektrische Spezifikation

6.1 Elektrische Schnittstelle

Die Signale zum Steuermodul führen TTL-Pegel und dürfen mit max. 30 mA belastet werden. Diese Eingänge sind in geeigneter Weise durch Optokoppler, Serienwiderstände oder Dioden zu schützen.

6.2 Versorgungsspannung

Der Treiber für Steuermodule wird mit 14 – 18 Volt DC über Schraubklemmen (SELV) versorgt.

1. Zweck

Diese Norm beschreibt die Protokolle, die für einen Betrieb der Steuermodule über die seriellen Schnittstellen der Steuermodule erforderlich sind. In Verbindung mit der NEM 693 finden die Protokolle in einem LAN [1)] in Verbindung mit einem Zentralen Steuergerät Anwendung. Die Norm bedarf der Fortschreibung.

2. Grundsatz

Ein Protokoll besteht aus mindestens 19 Positionen, die durch Kommata getrennt sind. Jede Position, mit Ausnahme der Positionen 2-17, kann eine Folge von Zeichen des UTF8-Codes enthalten. Der Datensatz wird mit den Kontroll-Zeichen CR (Wert 013) und LF (Wert 010) abgeschlossen. Diese Zeichen, das Komma, sowie die in Tabelle 1 aufgeführten Zeichen dürfen innerhalb einer Position nicht verwendet werden.

Das Protokoll erfordert die Implementierung einer Identifikation (ID) im Steuermodul nach NEM 690 und den Einsatz des Treibers für Steuermodule nach NEM 693.

3. Voraussetzungen

3.1 Datenfluss

Der Datenfluss erfolgt bidirektional von / zu den Steuermodulen zum / vom Zentralen Steuergerät. Das Zeichen nach der IP-Adresse und der ID bestimmt die Art und Richtung zwischen dem Steuermodul und dem Zentralen Steuergerät.

Tabelle 1:

Zeichen	Beschreibung	Priorität	Richtung
#	Aktion an angeschlossenes Steuermodul		Vom Zentralen Steuergerät
$	Meldung vom Steuermodul		Zum Zentralen Steuergerät
!	Diagnose	hoch	Vom Steuermodul
&	Konfiguration des angeschlossenen Steuermoduls	hoch	Vom Zentralen Steuergerät

3.2. Allgemeine Beschreibung des Datensatzes

Nach der IP-Adresse und der 16 Byte langen ID nach NEM 690 folgen ein Zeichen nach Tabelle 1 sowie eine Anzahl von variablen Positionen, die mit CR, LF abgeschlossen sind. Ist eine Position nicht ausgefüllt, folgt unmittelbar ein Komma. Sind keine weiteren Positionen mit einem Wert zu füllen, wird der Datensatz nach der letzten ausgefüllten Position mit CR,LF beendet. Die Positionen 1 und 2 werden nicht vom Steuermodul ausgefüllt, sondern durch den Treiber für Steuermodule.

3.3 Verwaltung der Identifikation

Der Identifier (ID) wird vom Zentralen Steuergerät verwaltet. Dem Anwender soll es ermöglicht sein, die ID mit einer von ihm eindeutigen Bezeichnung zu verlinken und diese für die Steuerung und Kontrolle zu benutzen. Das Zentrale Steuergerät verlinkt die IDs mit der zugewiesenen IP-Adresse.

[1)] "Local Area Network, Lokales Netzwerk"

4. Datensatz-Definitionen

4.1 Allgemeine Datensatz-Definitionen

Die Position 1 des Datensatzes enthält die zugewiesene IP-Adresse (IP) und die Positionen 2 - 17 enthält die ID eines Steuermoduls. Beide werden hier nicht dargestellt. Danach folgt auf Position 18 ein Steuerzeichen nach Tabelle 1. Das Zeichen X repräsentiert die Nummer des Anschlusses des Steuermoduls am Treiber für Steuermodule.

Tabelle 2:

Pos 18	Pos 19	Pos 20	Pos 21	Bemerkung
&	Reset			Treiber für Steuermodule und angeschlossene Steuermodule neu starten. Jede Position von ID mit Wert 0
&	Reset	X		Treiber für Steuermodule und ein an X angeschlossenes Steuermodul neu starten
!	on	X		Es besteht Kommunikation zwischen dem Steuermodul an Anschluss X und dem Treiber für Steuermodule.
!	off	X		Es besteht keine Kommunikation zwischen dem Steuermodul an Anschluss X und dem Treiber für Steuermodule.
!	neu	X		Neues / anderes Steuermodul an Anschluss X
!		X	IP-Adresse	Steuermodul an Anschluss X nicht unter dieser IP-Adresse
!	Bitrate in Bits/s	X		Letzte Bitrate des Steuermoduls an Anschluss X ermittelt
$	IP-Adresse	X		Steuermodul ist am Treiber für Steuermodule unter dieser IP-Adresse am Anschluss X zu erreichen.
$		X	Gesendeter Datensatz	Aktion im Steuermodul an Anschluss X nicht anwendbar

4.2 Datensatz-Definitionen Steuermodul Weiche

Tabelle 3:

Pos 18	Pos 19	Pos 20	Bemerkung
#	L R		Weiche links Weiche rechts
$		L R B	Rückmelder L aktiv Rückmelder R aktiv Lage beider Rückmelder aktiv / inaktiv
#	E A		Beleuchtung EIN Beleuchtung AUS
$		E A	Beleuchtung eingeschaltet Beleuchtung ausgeschaltet
!		F	Beleuchtung defekt oder nicht installiert

Beispiele:

Stellbefehl: IP, ID,#,L,CR,LF
Meldung Rückmelder: IP, ID,$,,L,CR,LF
Meldung Beleuchtung: IP, ID,!,,F,CR,LF

4.3 Datensatz-Definitionen Steuermodul Signal

Für die Positionen der Datensätze Signal gelten die folgenden Beschreibungen:

Tabelle 4:

Pos 19	Geschwindigkeit 1 in km/h in Deka-Kilometer
Pos 20	Beleuchtung, Tag-/Nachtlicht, Dunkeltastung
Pos 21	Notrot, Hilfssignal
Pos 22	Geschwindigkeit 2 in km/h in Deka-Kilometer
Pos 23	Rangiersignal
Pos 24	Zusatzsignal
Pos 25	Richtungsanzeiger

4.3.1 Datensatz-Definitionen Steuermodul für mechanisches Signal

Tabelle 5:

Pos 18	Pos 19	Pos 20	Pos 21[1)]	Pos 22[1)]	Pos 23[2)]	Pos 24[2)]	Pos 25[2)]	Bemerkung
#	0 1-15 16							Halt Reduzierte Geschwindigkeit Höchstgeschwindigkeit
#		E A						Beleuchtung EIN Beleuchtung AUS
$		E A						Beleuchtung eingeschaltet Beleuchtung ausgeschaltet
!		F						Beleuchtung defekt oder nicht installiert

Anmerkungen:

1) Diese Positionen bleiben unbesetzt

2) Sofern das Signal damit ausgestattet ist, finden die Werte von Tabelle 6 Anwendung.

4.3.2 Datensatz-Definitionen Steuermodul für Lichtsignal

Tabelle 6:

Pos 18	Pos 19	Pos 20	Pos 21	Pos 22	Pos 23	Pos 24	Pos 25	Bemerkung
#	0 1-15 16							Halt Reduzierte Geschwindigkeit Höchstgeschwindigkeit
#		T N						Taglicht, max. Lichtstärke Nachtlicht, gedimmte Lichtstärke
#		0 1						Dunkeltastung Signalbild Signalbild vorhanden
#	0 1-16		1 0					Halt, Notrot EIN Notrot AUS
#				0 1-16				Halt erwarten Folgegeschwindigkeit
#	0				1 0			Halt, Rangiersignal EIN Rangiersignal AUS
#						0		Zusatzsignal AUS
	0					1		Ersatzsignal für bestimmte Zeit
						2	A-Z	Richtungsanzeige erzeugen
	1-16					3		Geschwindigkeit anzeigen
				1-16		3		Folgegeschwindigkeit anzeigen
	1-16					6		Gleiswechsel anzeigen
	1-16					7		Linksfahrt-Auftragssignal
						8		Fahrt auf falschem Gleis
	1-16					11		Weiterfahrt auf Sicht
						99		Signalwiederholung bzw. verkürzter Bremsweg

Anmerkung:

Zusatzsignale der Pos 24 oder 25 dürfen nur in Verbindung mit Pos 19 oder 22 angezeigt werden, wenn ein Wert für die Geschwindigkeit erforderlich ist.

Beispiele:

Dreibegriffiges Lichtsignal beschränkte Geschwindigkeit:	IP, ID,#,4,CR.LF
Lichtsignal Halt mit Ersatzsignal:	IP, ID,#,0,,,,,1,CR,LF
Mechanisches Signal freie Fahrt und Richtungsanzeiger:	IP, ID,#,16,,,,,2,S,CR,LF
Lichtsignal Erst- und Folgegeschwindigkeit:	IP, ID,#,5,,,16,CR,LF
Lichtsignal Erst- und Folgegeschwindigkeit mit Anzeige:	IP; ID,#,8,,,4,,3,CR,LF

4.4 Datensatz-Definitionen Steuermodul Gleisabschnitte

Für die Positionen der Datensätze zum / vom Modul Gleisabschnitte gelten die folgenden Beschreibungen:

Tabelle 7:

Pos 19	Betrieb mit Adresse oder Programmierung / Konfiguration
Pos 20	Adresse zur Programmierung
Pos 21	Nummer des Gleisabschnitts
Pos 22	Aktion bzw. Parameter im Gleisabschnitt
Pos 23	Parameter
Pos 24	frei
Pos 25	Bestätigung

Die Definitionen unterteilen sich für die Anwendung eines herkömmlichen Handreglers und eines dem Vorbild angenäherten Modus. Die Tabellen 7a, 7b und 7c beschreiben die Datensätze für beide Methoden. Das Zeichen G steht für die Nummer des dem Modul zugeordneten Gleisabschnittes.

Konfiguration Tabelle 7a:

Pos 18	Pos 19	Pos 20	Pos 21	Pos 22	Pos 23	Pos 24	Pos 25	Bemerkung
&	 DC AC PWM MF DCC SL MFX MP							Versorgung der Gleisabschnitte mit: Gleichstrom Wechselstrom Pulsweiten-Modulation Motorola-Format DCC Selectrix Märklin / ESU Multiprotokoll
!	DC AC PWM MF DCC SL MFX MP						OK	Versorgung mit (Bezeichnung) konfiguriert. Ohne OK ist Art der Versorgung nicht konfigurierbar.
&	HR VB							Betrieb gemäß Handregler Betrieb nach Vorbild
$	HR VB						OK	Betrieb mit (Bezeichnung) konfiguriert. Ohne OK ist der Betrieb mit (Bezeichnung) nicht konfigurierbar.

Beispiele:

Modul für DCC konfigurieren:	IP,ID,&,DCC,CR,LF
Modul Bestätigung DCC:	IP,ID,!,DCC,,,,,,OK,CR,LF
Handregler Betrieb:	IP,ID,&,HR,CR,LF
Handregler Bestätigung:	IP,ID,$,HR,,,,,,OK,CR,LF

Betrieb Tabelle 7 b:

Pos 18	Pos 19	Pos 20	Pos 21	Pos 22	Pos 23	Pos 24	Pos 25	Bemerkung
!	Wert mA		G					Stromverbrauch mA im Gleisabschnitt G
!	Si		G					Kurzschluss im Gleisabschnitt G
$			G	B				Gleisabschnitt G besetzt
$	ADR		G	B				Gleisabschnitt G besetzt mit Adresse
#			G	F				Gleisabschnitt G als nicht besetzt kennzeichnen
#			G	S				Stopp im Gleisabschnitt G
$			G	S			OK	Stopp im Gleisabschnitt G ausgeführt
#	ADR		G					Adresse dem Gleisabschnitt G zuweisen
$	ADR		G				OK	Adresse im Gleisabschnitt G zugewiesen
#	ADR		G	V R				Adresse im Gleisabschnitt G in Fahrtrichtung vorwärts / rückwärts setzen
$	ADR		G	V R			OK	ADR im Gleisabschnitt G in Fahrtrichtung vorwärts bzw. rückwärts gesetzt
#	ADR		G	0-31	E A T			Decoder-Adresse im Gleisabschnitt G mit Nummer der Funktion Einschalten, Ausschalten, Tasten
$	ADR		G	0-31	E A		OK	Decoder-Adresse im Gleisabschnitt G mit Nummer der Funktion eingeschaltet oder ausgeschaltet

Beispiele:

Lok Adresse 4711 Gleisabschnitt 1 zuweisen:	IP,ID,#,4711,,1,CR,LF
Lok Adresse 4711 Gleisabschnitt 1 vorwärts:	IP,ID,#,4711,,1,V,CR,LF
Lok Adresse 4711 Gleisabschnitt 1 Licht ein:	IP,ID,#,4711,,1,0,E,CR,LF
Lok(s) Gleisabschnitt 1 Stopp:	IP,ID,# ,,,1,S,CR.LF

Programmierung Tabelle 7c:

Pos 18	Pos 19	Pos 20	Pos 21	Pos 22	Pos 23	Pos 24	Pos 25	Bemerkung
&	PROG		G					Gleisabschnitt G in den Programmiermodus setzen
$	PROG		G				OK	Gleisabschnitt G im Programmiermodus
&	PROG		G	1 – 1024	0 – 255			Adresse CV mit dezimalem Wert laden
$	PROG		G	1 – 1024	0 - 255		OK	Dezimaler Wert (nach Laden) ausgelesen
&	PROG		G	E				Programmiermodus im Gleisabschnitt X verlassen
$	PROG		G	E			OK	Programmiermodus im Gleisabschnitt X beendet

4.4.1 Datensatz-Definitionen Handregler

Tabelle 8:

Pos 18	Pos 19	Pos 20	Pos 21	Pos 22	Pos 23	Pos 24	Pos 25	Bemerkung
#	ADR	0 - 128	G					ADR im Gleisabschnitt G mit Fahrstufe anwählen
$	ADR	0 - 128	G				OK	ADR im Gleisabschnitt G hat Fahrstufe erreicht

Beispiel:

Lok Adresse 4711 Gleisabschnitt 1 FS 14: IP,ID,#,4711,14,1,CR,LF
Lok Adresse 4711 Gleisabschnitt 1 FS 14 erreicht: IP,ID,#,4711,14,1,,,,OK,CR,LF

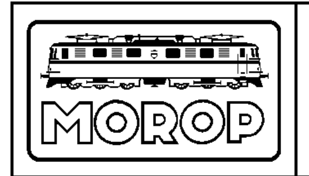
4.4.2 Datensatz Vorbild

Tabelle 9:

Pos 18	Pos 19	Pos 20	Pos 21	Pos 22	Pos 23	Pos 24	Pos 25	Bemerkung
#	ADR	0 - 250	G	MM				ADR im Gleisabschnitt G mit Modellmaßstab (MM) auf Soll-Geschwindigkeit km/h
$	ADR	0 – 250	G	MM			OK	ADR Soll- Geschwindigkeit (km/h) im Gleisabschnitt G erreicht
#	ADR	?	G	MM				ADR Ist-Geschwindigkeit (km/h) im Gleisabschnitt G anfordern
$	ADR	0 – 250	G	MM				ADR Ist-Geschwindigkeit (km/h) im Gleisabschnitt G
#	ADR	B	G	MM	0 - 2			ADR Faktor Beschleunigung im Gleisabschnitt G in cm/s
$	ADR	V	G	MM	0 - 2			ADR Faktor Verzögerung im Gleisabschnitt X in cm/s

Beispiele:

Lok Adresse 4711 Geschwindigkeit 40 km/h:
Gleisabschnitt 1, Maßstab 1:87: IP,ID,#,4711,40,1,87,CR,LF
Gleisabschnitt 1, Maßstab 1:160: IP,ID,#,4711,40,1,160,CR,LF
Gleisabschnitt 1, Maßstab 1:45, Geschwindigkeit anfordern: IP,ID,#,4711,?,1,45,CR,LF
Antwort: IP,ID,$,4711,37,1,45,CR,LF

<table>
<tr><td></td><td>Normen Europäischer Modellbahnen
Eisenbahn-Epochen</td><td>NEM
800
Seite 1 von 2</td></tr>
</table>

Verbindliche Norm **Ausgabe 2007**
(ersetzt Ausgabe 2003)

1. Allgemeines

In der Entwicklungsgeschichte der Eisenbahn zeichnen sich deutlich Epochen ab, die durch technische Merkmale und wechselnde gesellschaftliche Strukturen gekennzeichnet sind. Die Epochen kommen sowohl im Streckenbild, z.B. im Bau- und Signalwesen, als auch in der Bauart, Farbgebung und Beschriftung der Fahrzeuge zum Ausdruck. Fahrzeuge und Zubehör sind daher einer bestimmten Epoche zuzuordnen. Für Modellbahnanlagen wird empfohlen, sie hinsichtlich ihrer Thematik und Ausstattung ebenfalls einer Epoche zuzuordnen.

2. Unterteilung

Bei den europäischen Eisenbahnen kann man aus der Sicht des Modelleisenbahners sechs **Epochen** unterscheiden, die sich in der Regel aber nicht scharf abgrenzen lassen; vielmehr sind die Übergänge fließend und auf Teilgebieten unterschiedlich.

Zahlreiche zwischenzeitliche Veränderungen im Erscheinungsbild der Eisenbahnen erfordern eine weitere Unterteilung in **Perioden**. Diese lassen sich jedoch wegen der unterschiedlichen Entwicklungen in den einzelnen Ländern nicht einheitlich festlegen. Diese Norm legt die Zeiträume der Epochen fest.

Die länderspezifischen Epochenabgrenzungen sowie die Perioden-Einteilungen und deren Charakterisierungen sind in länderbezogenen Blättern behandelt, welche als Empfehlungen klassiert sind.

3. Bezeichnung und Anwendung

Die Epochen werden mit römischen Ziffern benannt; die Perioden werden durch kleine Buchstaben gekennzeichnet, die der Epochenbezeichnung hinzugefügt werden (Beispiel: "Epoche IVb").

Eine Epochen-Angabe ohne Zusatzbuchstaben soll sich auf die durch einen Stern (*) zu kennzeichnende Periode beziehen. Sind Modelle einer anderen Periode zuzuordnen, so ist stets der Zusatzbuchstabe anzuwenden.

Herstellern von Modellbahnen und Zubehör wird empfohlen, auf eine epochengerechte Ausführung zu achten und in ihren Angeboten die betreffende Epoche anzugeben.

4. Epochen-Übersicht

<table>
<tr><td></td><td></td><td>1920
-
1925</td><td></td><td>1945
-
1950</td><td></td><td>1965
-
1970</td><td></td><td>1985
-
1990</td><td></td><td>2005
-
2010</td><td></td></tr>
<tr><td>Epoche I</td><td colspan="2" style="background:#c0c0c0"></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Epoche II</td><td></td><td colspan="3" style="background:#c0c0c0"></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Epoche III</td><td></td><td></td><td></td><td colspan="3" style="background:#c0c0c0"></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Epoche IV</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="3" style="background:#c0c0c0"></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Epoche V</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="3" style="background:#c0c0c0"></td><td></td></tr>
<tr><td>Epoche VI</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2" style="background:#c0c0c0"></td></tr>
</table>

5. Charakteristika der Epochen in Europa

Epoche I: Bau der ersten Eisenbahnen, Entwicklung der Dampflokomotiven, viele Privatbahnen mit buntem Fahrzeugpark.

Epoche II: Weitgehende Vereinheitlichung der Bau- und Betriebsvorschriften, teilweise länderübergreifend (RIV, RIC), Einführung des elektrischen Zugbetriebes, vereinzelte Einführung von Lichtsignalen.

Epoche III: Wiederaufbau nach dem Krieg und Entwicklung eines modernen Fahrzeugparks, Traktionswechsel durch Ausbau des elektrischen Betriebes und der Dieselzugförderung.

Epoche IV: Weitgehender Abschluss der Traktionsumstellung, Einführung eines internationalen Beschriftungsschemas des Wagenparks.

Epoche V: Entstehung von Schnellfahrnetzen, werbewirksame Farbgebung, Beginn des liberalisierten Zugangs zu den Bahnnetzen, Umwandlung der Staatsbahnen in Aktiengesellschaften mit Aufteilung in Infrastruktur-Unternehmen und in Verkehrs-Unternehmen, getrennt für Personen- und Güterverkehr, die auch außerhalb des angestammten Netzes tätig werden.

Epoche VI: Neben den traditionellen Bahngesellschaften befahren zahlreiche Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) ohne eigene Infrastruktur die bestehenden Eisenbahnnetze im Personen- und/oder im Güterverkehr national oder international mit eigenen Fahrzeugen. Entsprechende Anpassung des 12-stelligen UIC-Nummernschemas. Überleitung der bestehenden internationalen Übereinkommen (RIC, RIV, etc.) in neue EU-konforme Vorschriften (OTIF, TSI). Aufhebung der gemeinsamen Bewirtschaftung von Güterwagen (EUROP und OPW). Nationale Schnellfahrstrecken nur für Personenverkehr wachsen zu einem internationalen Netz zusammen. Massiver Abbau des Güterverkehrs in der Fläche mit Rückbau der Güterverkehrsanlagen und von Rangierbahnhöfen. Im Reisezugverkehr dominieren Trieb- oder Wendezüge, im Güterverkehr Ganzzüge.

1. Einleitung

Gestützt auf NEM 800, Ziffer 2 werden die Epochen und deren Perioden für Österreich wie folgt festgelegt und beschrieben:

2. Epochen- und Periodenübersicht

Bezeichnung	Zeitraum	Charakterisierung
Epoche I	**bis 1920**	Epoche des Eisenbahnbaus von den Anfängen bis zur Vollendung eines zusammenhängenden Streckennetzes. Entstehung von Privat- und Staatsbahnen; letztere 1858 reprivatisiert Ab 1882 Entstehung des großen Staatsbahnnetzes (k.k.St.B) durch Übernahme defizitärer Bahnen und Neubauten. Entwicklung der Dampflokomotive bis zum Abschluss ihrer Grundform. Im Wagenbau wird der Abteil-(Coupé-)wagen von den Durchgangswagen mit Mittel- oder Seitengang verdrängt.
Periode a	1837-1858	Entstehung erster Territorialeisenbahnen, welche später zu zusammenhängenden Netzen verwachsen.
Periode b/c	1858-1884	Verknüpfung der einzelnen Privatbahnen zu einem zusammenhängenden Hauptnetz. Erste Vereinheitlichungen im Fahrzeugbau, um einen Übergang von Fahrzeugen von einer Bahn auf eine andere zu ermöglichen.
Periode d	1884-1891	Der Ausbau der Hauptstrecken und Lokalbahnen wird unter der neugegründeten k.k.St.B. fortgesetzt.
Periode e (*)	1891-1913	Mit Ausnahme der Südbahn werden alle noch bestehenden großen Privatbahnen verstaatlicht und von den k.k.St.B. übernommen. Entwicklung der Heißdampflokomotive. Bau der ersten fünffach gekuppelten Dampflokomotiven. Ersatz vieler alter, von den Privatbahnen übernommener Wagen durch einheitliche Neubaufahrzeuge. Einführung der automatischen Vakuumbremse. Erste vierachsige Reisezugwagen (1894).
Periode f	1913-1920	Der Streckenneubau ist im Wesentlichen abgeschlossen. Entstehung der ersten elektrifizierten Vollbahnstrecken. Vereinheitlichung der Signale und Stellwerke (Bauart 5007). Für den Schnellzugdienst vermehrter Einsatz der elektrischen Beleuchtung. Ab 1913 Umzeichnung aller Wagen auf ein neu gegliedertes System (Bindestrich-Nummern).

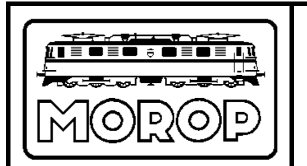
Bezeichnung	Zeitraum	Charakterisierung
Epoche II	**1920-1945**	Nach dem Zerfall der Donaumonarchie entstehen über die D.Ö.St.B. und Ö.St.B die Österreichischen Bundesbahnen. Übernahme der Südbahn und NÖLB in den Staatsbetrieb. Ausbau des elektrischen Zugbetriebes und Entwicklung des Triebwagenbaues.
Periode a	1920-1928	Übergang von k.k.St.B. auf B.B.Österreich nach Klärung der Eigentumsverhältnisse. Weiterführung des Fahrzeugbaues in Anlehnung an die von den k.k.St.B. gebauten Fahrzeuge mit verstärkter Zug- und Stoßvorrichtung.
Periode b (*)	1928-1938	Elektrischer Betrieb im Salzkammergut und auf den Hauptstrecken westlich von Salzburg. Einsatz von Lichtsignalen und ab 1935 Änderung der Signalfarben für „Vorsicht" und „frei" auf gelb und grün. Großzügiges Beschaffungsprogramm nach dem Prinzip des Austauschbaues (N 28, 36). Entscheidung, künftig nur mehr Reisezugwagen mit eisernem Gerippe zu bauen. Neuordnung des Wagenparks und entsprechende Kennzeichnung (1928). Übernahme der Österreichischen Bundesbahnen durch die Deutsche Reichsbahn DR (1938).
Periode c	1938-1945	*Für diesen Zeitraum gilt NEM 806 D.*

Epoche III	**1945-1970**	Umorganisation der Österreichischen Eisenbahnen auf den Stand von 1938 und Wiederaufbau des durch den Weltkrieg in Mitleidenschaft gezogenen Eisenbahnwesens. Fortführung der Elektrifizierung und des Einsatz der Diesellokomotive. Entwicklung eines modernen Fahrzeugparks nach nationalen und übernationalen (UIC) Richtlinien. Rascher Ersatz der Formsignale durch Lichtsignale und Entwicklung einer neuen Sicherungstechnik (Gleisbildstellwerke).
Periode a	1945-1952	Wiederaufbauzeit nach dem Kriege. Nach Zuerkennung eines definitiven Fahrzeugparks durch die Alliierten (1948) erfolgt die Umschreibung auf B B Österreich. Ein Umbauprogramm alter Holzwagen auf „Spantenwagen" wird begonnen.
Periode b	1952-1956	Neue Signal- und Fahrdienstvorschriften (V 2, V 3). Neubau von Elektrolokomotiven und vermehrter Bau von Dieselverschublokomotiven. Beitritt der ÖBB zum EUROP-Güterwagenpark. Bau von Standard-Güterwagen nach UIC-Richtlinien. Neukennzeichnung des Fahrzeugparks (1953).
Periode c (*)	1956-1970	Aufhebung der 3. Wagenklasse. Änderung der Eigentumsbezeichnung auf Österreichische Bundesbahnen „ÖBB" (1956). Abschluss des Umbauprogramms von Holz- auf Spantenwagen. Ersatz der Einfachschleifstücke durch Doppelschleifstücke bei allen Elektrolokomotiven.

Bezeichnung	Zeitraum	Charakterisierung
Epoche IV	**1970-1990**	Abschluss der Traktionsumstellung auf E- oder Dieselbetrieb. Einführung einer international verbindlichen Wagen-Beschriftung. Beginn einer neuen Farbgebung beim Fahrzeugpark.
Periode a	1970-1975	Großzügiger Neubau von Lokomotiven und Triebwagen. Rasche Modernisierung des Inlandfahrzeugparks. Vermehrter Einsatz von Spezialgüterwagen.
Periode b	1975-1980	Beginn einer „bunten“ Lackierung.
Periode c (*)	1980-1990	Neue Signalvorschrift (1980). Neue Kennzeichnung der Güterwagen nach UIC (1980-1983). Die Zusammenstellung der Reisezüge wird im Aussehen durch Neubautypen (Schlieren, EUROFIMA, UIC-Z und „Neue Generation“) geprägt. Ausscheiden der zweiachsigen Reisezug- und Gepäckwagen aus dem Personenverkehr (1984). Die grüne Farbgebung von Lokomotiven und Reisezugwagen wird durch eine freundlichere Farbgebung abgelöst.

Epoche V	**1990-2005**	Typenbereinigung bei den Elektro- und Diesellokomotiven und Beschaffung neuer Fahrzeuggenerationen. Das „Corporate Identity Design“ bestimmt das Erscheinungsbild. Ausführung von Teilbereichen eines Schnellfahrnetzes. Formsignale verschwinden zusehends, die Bauformen mit Laternen sind vollzählig gegen jene mit Rückstrahlern umgebaut. Einsatz von Hochgeschwindigkeitsgarnituren und Umwandlung der Bahnen in Eisenbahn-Verkehrs-Unternehmen (EVU).
Periode a	1990-2000	Bau von Doppelstockwagen, Überlegung über den Einsatz von Wendezügen und Umgestaltung von bestehenden Reisezugwagen hierzu. Farbgebung mit hellen Großflächen für Werbeeinsätze.
Periode b (*)	2000-2005	Einsatz von DB AG-ICE-Garnituren, Nahverkehr mit Doppelstockgarnituren bzw. Wendezüge. Fernverkehrswendezüge mit DB-Steuerwagen. Traktion mit vereinheitlichten Triebfahrzeugen (1016, 2068, 2070). Beginn einer neuen Farbgebung (Upgrading) der Fernreisewagen. Zugang von netzfremden Triebfahrzeugen. Auflösung des EUROP-Pools.

Epoche VI	**ab 2005**	Fahrzeuge der ersten Nachkriegsgeneration (1040,1041, 1010 4030, UIC-X Mitteleinstiegwagen u.s.w.) ausgemustert. Markante Umstellung des Nahverkehrs auf Triebwagengeneration „Talent“. Fernverkehrswagen weitgehend dem Upgrading zugeführt. Neukennzeichnung der Fahrzeuge mit Ländercode und EVU-Kennzeichen.



Normen Europäischer Modellbahnen

Eisenbahn Epochen in Belgien

NEM 802B

Empfehlung

Ausgabe 2003 (04012006)
ersetzt Ausgabe 1991

1. Einleitung

Gestützt auf NEM 800, Ziffer 2 werden die Epochen und deren Perioden für Belgien wie folgt festgelegt und beschrieben:

2. Epochen und Perioden

Bezeichnung	Jahr	Charakterisierung
Epoche I **1804-1925**		Schon vor der Periode „a“ wurde eine erste Werkbahn in der Fonderie de canons in Lüttich (1804) und die erste Industriebahn, mit Spurweite 0,9m und einer Länge von 1880 m, zwischen den Kohlenminen von Grand-Hornu und dem Kanal von Mons nach Condé (1830) gebaut. Unter König Leopold I wurde mit einem Gesetz vom 1. Mai 1834 die Schaffung eines Netzes von 380 km, welches Belgien mit Frankreich, Preussen und England verbinden soll, beschlossen. Diese Epoche beginnt mit der Eröffnung der ersten öffentlichen Eisenbahnlinie auf dem europäischen Kontinent durch den belgischen Staat, gefolgt von der Entstehung verschiedener Privatbahngesellschaften. Sie endet mit der Gründung der Nationalen Belgischen Eisenbahngesellschaft.
Periode a 1835 -1852	1835 1842 1846 1848	Einweihung der Linie Brüssel - Mechelen am 5 Mai 1835. Allein das staatlichen Eisenbahnnetz entwickelt sich bis 1844, der englische Einfluss dominiert. Erste Konzession an eine private Gesellschaft für den Bau einer öffentlichen Eisenbahnlinie Antwerpen-Gent (Spurweite 1.151m) Bau der ersten Telegraphenleitung Brüssel-Antwerpen zur Sicherung des Eisenbahnverkehrs Erste Anwendung der Walschaert Steuerung
Periode b 1853- 1870	 1853 1860 1866	Gründung der wichtigsten Privatbahngesellschaften und schnelle Entwicklung des nationalen Netzes Bildung des Konsultativ-Ausschusses für Eisenbahn, Post und Telegraf Erste Anwendung der Feuerbüchse System Belpaire Schaffung eines einheitlichen technischen Pflichtenheftes für alle künftig zu konzessionierenden Bahnen
Periode c 1871 - 1898 *	 1872 1876 1880 - 1900 1885 1889 1893	Der Staat übernimmt eine Anzahl Privatbahnen, während neue, letzte Privatbahnen entstehen. Einheitliche Bauformen für Gebäude der Staateisenbahn Gründung der "Compagnie Internationale des Wagons-Lits" CIWL Der Belgische Staat führt eine Klassierung der Lokomotiven nach Typen ein In den größeren Ballungsräumen werden leichte "Trains - Tramway" eingeführt, auch eine Vielzahl neuer Haltestellen entsteht Gründung der "Societé Nationale des Chemins de Fer Vicinaux - Nationale Maatschappij van de Buurtspoorwegen" (S.N.C.V. -N.M.V.B. - N.K-G.) Inbetriebnahme der ersten größeren und dreiachsigen Personenwagen (Wagen GC) Erste Drehgestellwagen
Periode d 1899 - 1913	1896 - 1912 1900 1903 - 1913 1910	Übernahme einer zweiten Gruppe von Privatbahnen durch den Staat Nach Belpaire, erneut wieder englischer Einfluss und Oberhand im Lokomotivbau Dreiachswagen mit großer Kapazität und innerem Durchgang (Wagen GCI) Starker Anstieg des Personen- und Güterverkehrs Inbetriebnahme der ersten belgischen "Pacific" (Flamme,1910)
Periode e 1914 - 1925	1914 - 1920 1919 - 1922 1921 1922	Erster Weltkrieg, Wiederaufbau des Netzes, Übernahme von Strecken in den von Belgien übernommenen Gebieten im Osten des Landes und Eingliederung zahlreicher ausländischer, hauptsächlich deutscher Fahrzeuge in den Rollmaterialpark Einführung einer dreibegriffigen Signalisierung auf den Hauptbahnen ab Brüssel RIV Vertrag für den Einsatz von Güterwagen im internationalen Verkehr RIC Vertrag für den Einsatz von Personenwagen im internationalen Verkehr

Bezeichnung	Jahr	Charakterisierung
Epoche II **1925 - 1945**	Gründung der Nationalen Belgischen Eisenbahngesellschaft. Noch dominiert die Dampftraktion. Erster Beginn der Elektrifizierung. Einheitliche Nummerierung des Rollmaterials	
Periode a 1925 - 1930		Beginn der Vereinheitlichung
	1931	Gründung der "Société Nationale des Chemins de Fer Belges - Nationale Maatschappij van de Belglsche Spoorwegen" (S.N.C.F.B. -N.M.B.S.W.)
	1930	Einführung der Wagenanschrlft: C.F.B. -B.S.M an Ganzstahl-Personenwagen und Güterwagen Inbetriebnahme der ersten Dampf- und Diesel-Triebwagen
Periode b 1930 - 1940 *		Periode der Vereinheitlichung
	1931	Neubezeichnung des Dampflokomotiven mit drei- oder vierstelligen Nummern Ablieferung der ersten Reihen von Drehgestellwagen mit Metallkasten: I1 1931, L 1932, K1 1933 und M1 1935
	1935	Inbetriebnahme der ersten elektrifizierten Linie zwischen Brüssel-Nord und Antwerpen - Centraal
	1936	Schaffung des " B " Signets Inbetriebnahme des ersten dreiteiligen Diesel -Elektrischen Triebwagen für Hochgeschwindigkeit
	1938	Änderung der Abkürzung: S.N.C.B. - N.M.B.S
Periode c 1940 - 1945		Zweiter Weltkrieg Kriegsbetrieb, auf den belgischen Eisenbahnen kommen zahlreiche ausländische Fahrzeuge zum Einsatz
Epoche III **1945 - 1970**	Diese Epoche wird durch den sukzessiven Ersatz der Dampf- durch Diesel- und elektrische Traktion geprägt. Neue Nummerierung des Rollmaterials	
Periode a 1945 - 1955		Reorganisation des Netzes. Aufhebung zahlreicher Nebenstrecken
	1946	Inbetriebnahme der letzten von der SNCB – NMBS bestellten Dampfloks (Typ 29) Neunummerierung der Triebfahrzeuge mit fünf- und sechsstelligen Zahlen
	1948	Verstaatlichung der letzten Privatbahnen
	1949	Inbetriebnahme der ersten Reihe elektrischer Lokomotiven
	1952	Inbetriebnahme der unterirdischen Verbindung zwischen den Brüsseler Bahnhöfen Nord und Midi
	1953	EUROP -Übereinkommen
	1954	Ablieferung der ersten Diesel-Rangierlokomotiven Beginn der Standardisierung des Güterwagenparks nach UIC-Normen Inbetriebnahme der ersten Diesel-Loks für den Streckendienst
	1955	Einführung einer gelben Linie zur Kennzeichnung von 1.Klasse -Abteilen
Periode b 1955 - 1964 *		Inbetriebnahme der ersten großen Reihen von elektrischen Lokomotiven
	1956	Neue siebenstellige Nummerierung für Güterwagen, rotbrauner Neuanstrich nach UIC-Normen Aufhebung der 1. Klasse in allen Zügen, Umklassierung der 2. und 3. Klasse in 1. und 2. Klasse
	1957	Einführung der TEE-Züge
	1962	Inbetriebnahme der ersten elektrischen Mehrsystemlok
Periode c 1964 – 1970	1964 - 1970	Neue UIC-Nummerierung für Personen- und Güterwagen
	1966 - 1967	Offizielles Ende der Dampftraktion
Epoche IV **1970 - 1990**	Neue Nummerierung der Triebfahrzeuge, neue Farbgebung für den Fahrzeugpark. Teilweise Erneuerung des Fahrzeugparks. Diesselloks werden durch neue Reihen elektrischer Lokomotiven ersetzt	
Periode a 1970 - 1984 *	1971	Neunummerierung mit dreistelligen Nummern der elektrischen Triebwagen und mit vierstelligen Nummern der Triebfahrzeuge. Änderung des Aussehens gewisser Triebfahrzeugreihen: neue Farbgebung für Diesel - Loks und Dieseltriebwagen; Einführung von Doppel-Scheinwerfern (weiß/rot).
	1972	Erstes Verkehren eines „historischen“ Dampfzuges seit Aufgabe dieser Traktionsart
	1976 - 1981	Versuche mit neuen Lackierungen
	1979	Einführung eines neuen Außenanstrichs für Personenwagen in Bordeaux-Rot
	1980 - 1985	Einführung der geänderten UIC-Nummerierung für Güterwagen

Periode b 1984 - 1990	 1984 1987 1990	Verstärkte Weiterführung der Elektrifizierung und Rückgang der Dieseltraktion Schliessung zahlreicher Stationen und Nebenstrecken, verbunden mit der Einführung eines neuen Fahrplankonzepts mit IC-IR- und L-Zügen Abschluss der Umzeichnung der Güterwagen nach neuem UIC-Schema Inbetriebnahme der neuen „Benelux“ -Wendezüge Übernahme des Stückgutverkehrs durch die neue Tochtergesellschaft ABX
Epoche V **1990 -**	Einführung von Hochgeschwindigkeitszügen und Strecken bei gleichzeitiger Verminderung des klassischen internationalen Verkehrs Einführung des Netzzuganges für Dritte im Güterverkehr	
Periode a 1990 - 2001	1991 1992 - 1995 1993 1994 1996 1997	Grundlegende Überarbeitung des internationalen Beschriftungsschemas für Wagen Werbewirksamere Farbgebung der Personenwagen in Grau mit blauen und roten Streifen (z.B.: EC „Memling“ und Elektrotriebwagen „Break“) mit späteren Vereinfachungen unter Beibehaltung des dominierenden Hellgrau Modernisierungsplan STAR 21 und Festlegung des künftigen Hochgeschwindigkeits-Netzes der SNCB/NMBS Die Triebwagen „Break“ erhalten einen Zwischenwagen Auflösung der S.N.C.V. als Folge der Regionalisierung des Nahverkehrs und Bildung neuer Gesellschaften für die beiden Regionen des Landes Eröffnung des Ärmelkanal-Tunnels und Einführung der „Eurostar“ -Züge Inbetriebnahme der Hochgeschwindigkeitsstrecke (LGV) 1, Aufhebung der lokomotivbespannten Züge auf der Achse Bruxelles – Paris Übernahme der TGV-Dienste durch die Tochtergesellschaft „Thalys“
Periode b 2002 -	2002	Ende des Verkehrs von Lokbespannten Reisezügen auf nicht elektrifizierten Strecken, Ersatz durch neue Diesel-Triebzüge Reihe 41 Inbetriebnahme der LGV 2 und Aufhebung der Lokbespannten Züge auf der Achse Oostende – Köln, Erscheinen der ersten ICE3-Züge der DB AG Aufhebung des EUROP -Übereinkommens Erste von Privatgesellschaften betriebene Güterzüge

1. Allgemeines

In der Entwicklungsgeschichte der Eisenbahn zeichnen sich deutlich Epochen ab, die durch technische Merkmale und wechselnde gesellschaftliche Strukturen gekennzeichnet sind. Die Epochen kommen sowohl im Streckenbild - z.B. im Bau- und Signalwesen - als auch in der Bauart, Farbgebung und Beschriftung der Fahrzeuge zum Ausdruck. Modellbahnanlagen sollten sich daher hinsichtlich ihrer Thematik, der Ausstattung und des eingesetzten Fahrzeugparks einer bestimmten Epoche zuordnen lassen.

2. Unterteilung

Bei den europäischen Eisenbahnen kann man aus Sicht des Modelleisenbahners fünf Epochen unterscheiden (siehe NEM 800), die sich in der Regel aber nicht scharf abgrenzen lassen. Vielmehr sind die Übergänge fließend und auf Teilgebieten unterschiedlich.

Zahlreiche zwischenzeitliche Veränderungen im Erscheinungsbild der Eisenbahnen erfordern eine weitere Unterteilung in **Perioden**. Diese lassen sich jedoch wegen der unterschiedlichen Entwicklung in den einzelnen Ländern nicht einheitlich festlegen. Diese Norm beschreibt die Epochen- und Periodeneinteilung in **Bulgarien**.

3. Bezeichnung und Anwendung

Die Epochen werden nach NEM 800 mit römischen Ziffern benannt. Die Perioden werden durch kleine Buchstaben gekennzeichnet, die der Epochenbezeichnung hinzugefügt werden (Beispiel: „Epoche IV b“)

Eine Epochenangabe **ohne** Zusatzbuchstabe soll sich auf die durch einen Stern (*) gekennzeichnete Periode beziehen. Sind Modelle einer anderen Periode zuzuordnen, so ist stets der Zusatzbuchstabe anzuwenden.

Herstellern von Modellbahnen und Zubehör wird empfohlen, auf eine epochengerechte Ausführung zu achten und in ihren Angebotslisten die betreffende Epoche anzugeben.

4. Epochen- und Periodenübersicht

Bezeichnung und Zeitraum	Charakteristik
Epoche I bis 1925	Beginn des Ausbaus des Eisenbahnnetzes. Privatbahn -Gesellschaften und 1888 Gründung der Bulgarischen Staatsbahnen. Ab 1900 Beschaffung von typisch bulgarischen Lokomotiven. Hauptsächlich Beschaffung von Durchgangswagen.
Periode a 1866 - 1878	Entstehung der ersten Eisenbahnlinien auf dem Gebiet des Osmanischen Kaiserreiches. Privatbahn-Gesellschaften.
Periode b 1878 - 1888	Kampf des neugegründeten bulgarischen Staates um eigene Staatsbahnen. 1885 historisches Gesetz über den Eisenbahnlinien-Bau.
Periode c 1888 - 1908	1888 Gründung der Bulgarischen Staatsbahnen. Entstehung der ersten privaten Industriebahnen. 1905 Betriebseinführung der ersten Dampftriebwagen.

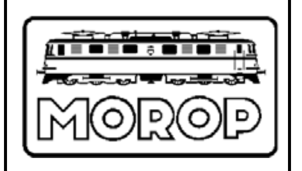
Bezeichnung und Zeitraum	Charakteristik
Periode d 1908 – 1914 (*)	Verstaatlichung der großen privaten Eisenbahngesellschaften. Alle Eisenbahnlinien, außer den Industriebahnen, sind Staatseigentum. 1912 Gründung des Ministeriums des Eisenbahnwesens. Erste Vereinheitlichung und Normung beim Lokomotivbau, wegen der nicht Kriegsereignisse nicht vollständig durchgeführt.
Periode e 1915 - 1925	Einführung der Spurweiten 760 und 600 mm, zuerst nur für Militärzwecke (bis 1917). Beschaffung der ersten Ersatzlokomotiven (1916) sowie der ersten sechsfach gekuppelten Lokomotiven (1922).

Bezeichnung und Zeitraum	Charakteristik
Epoche II 1925 - 1944	Vollendung der Entwicklung des Staatsbahnnetzes. Volle Entfaltung der Dampflokomotive. Einführung der Dieseltriebwagen. Alle Personenwagen nach der Leichtbauweise gebaut.
Periode a 1925 - 1929	Übergangsperiode. Die zweite Vereinheitlichung und Normung beim Bau von Lokomotiven wird erarbeitet und in Gang gesetzt. In der Periode wurden keine Lokomotiven bestellt.
Periode b 1930 – 1940 (*)	Veränderung der Signalordnung, Einführung von Lichtsignalen. 1936 Umnummerierung des Lokomotivparks. Indienstsetzung vereinheitlichter Lokomotiven. Umfangreiche Modernisierung des rollenden Materials.
Periode c 1941 - 1944	Ausnutzung des Fahrzeugparks während des Kriegs. Neue Nummerierung des Wagenparks.

Bezeichnung und Zeitraum	Charakteristik
Epoche III 1945 - 1970	Weiterentwicklung des Eisenbahnnetzes und der Eisenbahn-Wirtschaft. Beginn des Traktionswechsels. Wagenbedarf wird größtenteils von heimischer Waggonbauindustrie gedeckt. Stilllegung bzw. Umspurung der 600-mm-Bahnlinien.
Periode a 1945 - 1948	Wiederaufbau nach dem Krieg.
Periode b 1949 - 1962	Eigene Waggonbauindustrie. Beginn des Betriebes von Schwerlastzügen.
Periode c 1963 – 1970 (*)	Die neuen Traktionsarten (Diesellok- und Ellokbetrieb) werden eingesetzt. Umnummerierung des Wagenparks auf international verbindliche Kennzeichnung: 1966 Güterwagen, 1969 Personenwagen. 1969 wird letzte 600-mm-Schmalspurlinie stillgelegt.

Bezeichnung und Zeitraum	Charakteristik
Epoche IV 1970 - 1990	Vollendeter Traktionswechsel. Rasche Modernisierung. 1975 Abschaffung der zwei- und dreiachsigen Personenwagen. 1978 Eröffnung der Fährlinie Varna – Ilitschovsk.. 1979 Letzte planmäßige Fahrt der Dampflokomotive.

Bezeichnung und Zeitraum	Charakteristik
Epoche V ab 1990	Neuzeit



Normen Europäischer Modellbahnen

Eisenbahn-Epochen
in der Schweiz (CH)

NEM
804 CH

Empfehlung **Ausgabe 2009**
(ersetzt Ausgabe 2003)

1. Einleitung
Gestützt auf NEM 800, Ziffer 2 werden die Epochen und deren Perioden für die Schweiz wie folgt festgelegt und beschrieben:

2. Epochen- und Periodenübersicht

Bezeichnung	Zeitraum	Charakterisierung
Epoche I	**bis 1920**	Epoche des Eisenbahnbaus von den Anfängen bis zum fast vollständigen Ausbau des Netzes. Abschluss der Dampflokentwicklung. Anfänge des elektrischen Betriebes.
Periode a/b	1844 -1882	Erste Einzellinien und Zusammenwachsen zum Rückgrat des schweizerischen Eisenbahnnetzes durch regionale Privatbahn-Gesellschaften (NOB, VSB, SCB, BSB, SO, JBL, GB); ab 1874 Bau von Schmalspurbahnen.
Periode c	1882 - 1902	Eröffnung Gotthardbahn, erste vierachsige Schnellzugwagen, durchgehende Züge über die grossen regionalen Privatbahnen (ohne Lokdurchlauf). Fusion der Westschweizer Bahnen zur JS.
Periode d *	1902 - 1920	Betriebsaufnahme der SBB am 1. Januar 1902. 1903 Rückkauf der JS, Blüte des Dampfbetriebes, 1909 Verstaatlichung der GB, 1913 Eröffnung BLS und Engadinlinie der RhB mit elektrischem Betrieb. Bau von schmalspurigen elektrischen Überlandbahnen.

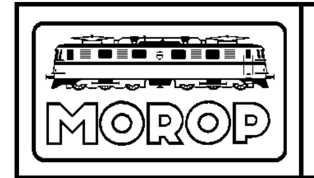
Epoche II	**1920 - 1945**	Elektrifikation der meisten Linien. Nebeneinander von Dampf- und Elektrobetrieb bei den SBB.
Periode a	1920 - 1928	Elektrifikation aller SBB-Hauptlinien. SBB-E-Lok braun.
Periode b *	1928 - 1937	Elektrifikation 2. Etappe (wichtige Ergänzungsstrecken und viele Schmalspurbahnen). SBB-E-Lok grün ab 1928.
Periode c	1937 - 1945	1937 Einführung Leichtschnellzüge, Kriegselektrifikation mit Holzmasten, 1944 erste Hochleistungs-Drehgestelllok (BLS-Ae 4/4).

Epoche III	**1945 - 1970**	Restelektrifikation, Einführung Drehgestell-Hochleistungslok und -Triebwagen in grossem Umfang, Ablösung der Dampflok im Rangierdienst durch Diesellok.
Periode a	1945 – 1956	Serienbau der Leichtstahlwagen. Beginn der SBB-Modernisierung nach Stillstand seit etwa 1933.
Periode b *	1956 – 1970	1956 Aufhebung der 3. Klasse. Güterwagenanstrich rotbraun statt grau. 1958 erste Einheitswagen, 1964 UIC-Anschriften an Güterwagen, 1964 Ausserbetriebsetzung der 2- und 3-achsigen Personenwagen bei den SBB. SBB-Rangierlok rotbraun statt grün.

Bezeichnung	Zeitraum	Charakterisierung
Epoche IV	**1970 – 1990**	Betrieb mit Einheitsfahrzeugen, UIC-Beschriftungen der Reisezugwagen, Einführung R-Fahrleitung.
Periode a *	1970 – 1980	Ab 1970 UIC-Beschriftung der Reisezugwagen. Güterwagenanstrich zum Teil zinkstaubgrau oder Al blank. Grosse Rollmaterialerneuerungen bei Privatbahnen (normal- und schmalspurig). 1975 Swiss Express.
Periode b	1980 - 1990	Einheitswagen IV, Überarbeitung der UIC-Güterwagen-Kennzeichnung (1980), ab 1984 SBB-Drehgestell-Lok rot.

Bezeichnung	Zeitraum	Charakterisierung
Epoche V	**1990 - 2005**	Grosse Fahrzeugerneuerungen bei SBB und Privatbahnen, neue Fahrzeugfarben, u. a. RhB Rot), Panoramawagen, Verpendelung des SBB- Personenverkehr, ausländische HG-Züge (TGV, ICE) Netzausbauten „Bahn 2000“, Grossbaustellen„Alptransit“ (Gotthard- und Lötschberg-Basistunnel), Inbetriebnahme Vereinalinie RhB, Einführung neues Signalsystem „N“.
Periode a *	1990 - 2000	Neues Nummernschema für SBB-Lok (vorerst nur neue Bauarten), Farbe für SBB-Regionalzüge blau/hellgrau, 1990 Inbetriebnahme S-Bahn Zürich mit Doppelstockzügen, bunte Güterwagen, Eurocity-Wagen. Ausrangierung Leichtstahl-Wagen, Verpendelung des Regionalverkehrs.
Periode b	2000 - 2005	Freier Netzzugang von privaten Gesellschaften mit eigenen Loks und Wagen; Doppelstockwagen für IC-Verkehr, Neigetriebzüge ICN, Farbe der IC-Fahrzeuge weiss/schwarz, Fahrzeuge mit Fremdwerbung, Güterverkehr bei SBB, BLS, BVZ und RhB durch Container- und Ganzzüge dominiert, Aufhebung EUROP-Pool für gemeinsame Bewirtschaftung von Güterwagen; Wegfall der klassischen Bahnpost, Einsatz von Niederflurfahrzeugen und von neuartigen Gelenktriebwagen.

Bezeichnung	Zeitraum	Charakterisierung
Epoche VI	**ab 2005**	Inbetriebnahme Schnellfahrstrecken Olten - Bern und Lötschberg-Basistunnel mit Führerstandsignalisierung (ETCS Level 2); Aussenaufstellung der Signale auf Doppelspurstrecken. Rückbau der Güteranlagen bei zahlreichen kleineren Bahnhöfen in der Fläche und Ersatz von kleineren Bahnhofsgebäuden durch einfache Haltestellen-Überdachungen. Einführung einer neuen Fahrleitungsbauart RE 230 bei den SBB. Im Reisezugdienst weitestgehend Einsatz von Wende- oder Triebzügen, Ausrangierung Einheitswagen I und II und der Triebwagen aus den 60er Jahren; Farbschema weiss/schwarz auch bei den SBB-Fahrzeugen des Regionalverkehrs, Betrieb der S-Bahn Bern durch BLS, Ausgedehnter Einsatz von ausländischen Mehrsystemlokomotiven im Transit-Güterverkehr; Einführung 12-stelliger UIC-Nummern auch bei Triebfahrzeugen, Bildung von regionalen Tochtergesellschaften der SBB für den Regionalverkehr in der Ostschweiz (THURBO), im Wallis (Région Alps) und im Tessin (TILO); Fusionen von Privatbahnen



Normen Europäischer Modellbahnen

Eisenbahn-Epochen in der Tschechischen Republik

Dokumentation | Vorschlag 1998

1. Allgemeines

In der Entwicklungsgeschichte der Eisenbahn zeichnen sich deutlich Epochen ab, die durch technische Merkmale und wechselnde gesellschaftliche Strukturen gekennzeichnet sind. Die Epochen kommen sowohl im Streckenbild - z.B. im Bau- und Signalwesen - als auch in der Bauart, Farbgebung und Beschriftung der Fahrzeuge zum Ausdruck. Modellbahnanlagen sollten sich daher hinsichtlich ihrer Thematik, der Ausstattung und des eingesetzten Fahrzeugparks einer bestimmten Epoche zuordnen lassen.

2. Unterteilung

Bei den europäischen Eisenbahnen kann man aus Sicht des Modelleisenbahners fünf Epochen unterscheiden (siehe NEM 800), die sich in der Regel aber nicht scharf abgrenzen lassen. Vielmehr sind die Übergänge fließend und auf Teilgebieten unterschiedlich.

Zahlreiche zwischenzeitliche Veränderungen im Erscheinungsbild der Eisenbahnen erfordern eine weitere Unterteilung in **Perioden**. Diese lassen sich jedoch wegen der unterschiedlichen Entwicklung in den einzelnen Ländern nicht einheitlich festlegen. Diese Norm beschreibt die Epochen- und Periodeneinteilung in **der Tschechischen Republik (CZ)**.

3. Bezeichnung und Anwendung

Die Epochen werden nach NEM 800 mit römischen Ziffern benannt. Die Perioden werden durch kleine Buchstaben gekennzeichnet, die der Epochenbezeichnung hinzugefügt werden (Beispiel: „Epoche IV b“)

Herstellern von Modellbahnen und Zubehör wird empfohlen, auf eine epochengerechte Ausführung zu achten und in ihren Angebotslisten die betreffende Epoche anzugeben.

4. Epochen- und Periodenübersicht

Bezeichnung und Zeitraum	Charakteristik
Epoche I bis 1921	Epoche des Eisenbahnbaues von den Anfängen bis zur Vollendung eines zusammenhängenden Streckennetzes. Entstehung von Privat- und Staatsbahnen; letztere 1858 reprivatisiert. Ab 1882 Entstehung des großen Staatsbahnnetzes (K.k.St.B.) durch Übernahme defizitärer Bahnen und Neubauten. Entwicklung der Dampflokomotiven bis zum Abschluss ihrer Grundform. Im Wagenbau wird der Abteil- (Coupé-) -wagen von den Durchgangswagen mit Mittel- oder Seitengang verdrängt.

Periode a 1837 - 1858	Entstehung erster Territorialeisenbahnen, welche später zu zusammenhängenden Netzen verwachsen. Fortschreitende Entwicklung der Lokomotivarchitektur - im Grunde die Stückproduktion der Einzeltypen.
Periode b 1858 - 1880	Verknüpfung der einzelnen Privatbahnen zu einem zusammenhängenden Hauptnetz. Beendigung des Aufbaus der Hauptstrecken wegen des Kraches an der Wiener Börse 1873. Erste Vereinheitlichung im Fahrzeugbau, um einen Übergang von Fahrzeugen von einer Bahn auf eine andere zu ermöglichen (Pufferabstand). Einführung der gedeckten Lokführerstände.
Periode c 1880 - 1891	Empfang des Lokalbahngesetzes. Umfangreicher Ausbau der Lokalbahnen. Entstehung der K.k.St.B. im Jahr 1882. Bau leichter Fahrzeuge für Lokalbahnen einschließlich Dampftriebwagen.
Periode d 1891 – 1913	Fortschreitende Verstaatlichung der Privatbahnen (mit der Ausnahme Bustehrader Eisenbahn. Kaschau-Oderberger Bahn und Aussig-Teplitzer Eisenbahn) und ihrer Übernahme durch die K.k.St.B. Entwicklung der Heißdampflokomotive. Bau der ersten fünffach gekuppelten Dampflokomotiven. Lokomotivkonstruktion legt Karl Gölsdorf fest. Ersatz vieler alter, von den Privatbahnen übernommener Wagen durch einheitliche Neubaufahrzeuge. Einführung der automatischen Vakuumbremse. Erste vierachsige Reisezugwagen -1894.
Periode e 1913 – 1921	Der Streckenneubau ist im wesentlichen abgeschlossen. Vereinheitlichung der Signale und Stellwerke. Vermehrter Einsatz der elektrischen Beleuchtung. Ab 1913 Umzeichnung aller Wagen auf ein neu gegliedertes System (Bindestrich-Nummern). Nach dem Zerfall der Donaumonarchie Entstehung der Tschechoslowakei, der Beginn der Tschechoslowakischen Eisenbahnen (CSD).

Bezeichnung und Zeitraum	**Charakteristik**
Epoche II 1921 - 1945	Übernahme der Kaschau-Oderberger Bahn in den Staatsbetrieb. Verstaatlichung der Bustehrader Eisenbahn und Aussig-Teplitzer Eisenbahn. Elektrifizierung des Prager Eisenbahnknotenpunktes. Entwicklung des Triebwagenbaues.
Periode a 1921 - 1928	Übergang von K.k.St.B auf CSD nach Klärung der Eigentumsverhältnisse. Beendigung der Fahrzeugbezeichnungen nach den CSD-Regeln. Weiterführung des Fahrzeugbaues in Anlehnung an die von den K.k.St.B gebauten Fahrzeuge mit verstärkter Zug- und Stoßvorrichtung. Anfang der tschechoslowakischen Lokomotivkonstruktion (365.0). Einführung rotbrauner Lackierung bei Güterwagen.
Periode b 1928 – 1939	Elektrifizierung des Prager Eisenbahnknotenpunktes. Anbruch der Motorisierung im Personenverkehr. Einführung der Druckluftbremse. Experimentaleinführungen der Lichtsignale. Stahlwagenkonstruktion. Einführung der Graulackierung der Wagendächer - 1936.
Periode c 1939 - 1945	1939 - Zerschlagung der CSD (BMB-CMD, SZ, DR, MAV). Einführung des rechtsseitigen Straßenverkehrs. II. Weltkrieg. Umzeichnung der Fahrzeuge. Rückgang des Triebwagenbetriebs (wegen Brennstoffmangel). Einführung der gelben Farbe im Signalsystem. Lokomotivproduktion nach deutscher Kriegskonstruktion. Für den Netzteil unter DR gilt deutsche Norm NEM 801 D.

Bezeichnung und Zeitraum	Charakteristik
Epoche III 1945 - 1968	Gemeinsamer Verkehr aller Traktionen. Erfolgreicher Einführung von Lichtsignalen. Internationale Zusammenarbeit in der Fahrzeugproduktion.
Periode a 1945 - 1955	Nachkriegschaos und Wiederaufbau. Umzeichnung der Fahrzeuge nach dem Vorkriegsschema. Im Betrieb große Menge von Fremdfahrzeugen und nach und nach Rückgabe an die ursprünglichen Inhaber. Grosse Produktion neuer Fahrzeuge (534.03, 475.1 , M262.0. M131.1, Ds, Vtr, Ztr, . . .)
Periode b 1950 - 1958	Produktion der letzten Dampfloktypen, Betriebsprüfungen von neuen Traktionen. Umnummerierung der Personenwagen (Einführung der gelben Schrift). Neue Signalvorschriften 1953 - Aufhebung der Glockensignale, mechanische Abfahrtssignale nur noch einarmig usw. Aufhebung der 3. Wagenklasse. Konsequente Einführung roter Sterne auf Triebfahrzeugen.
Periode c 1958 - 1968	Masseneinstieg in die neuen Traktionen. Umnummerierung der Personenwagen. Überführung der Personenwagenproduktion in die DDR und VRU. 1962 - Einführung der Wechselstromtraktion.

Bezeichnung und Zeitraum	Charakteristik
Epoche IV 1968 - 1992	Beendigung des Dampfbetriebes. Fortschrittliche Ersetzung der mechanischen Signale durch Lichtsignale auch bei den Nebenstrecken. Elektrifizierung der Hauptstrecken. Einführung der UIC-Fahrzeugbezeichnungen.
Periode a 1968 – 1975	Einführung einer international verbindlichen Wagenbeschriftung (von 1967). Übergang des Dampfbetriebes auf Nebenleistungen. Nach August 1968 Entfernung der roten Sterne. Im Rahmen der „Normalisierung“ Wiedereinführung der roten Sternen.
Periode b 1975 – 1985	Ende des Dampfbetriebes (1981). Einheitslackierung der Triebfahrzeuge. Ersetzung der Triebwagen M131.1 durch M152.0. Einführung der neuen Lichtsignale (AZD-Typ).
Periode c 1985 – 1992	Neue Einheitslackierung der Triebfahrzeuge - Einführung des breiten gelben Warnstreifens. Internationale Bezeichnung von allen Fahrzeugen (auch schriftliche Wagenbezeichnung). Nach 1989 Entfernung der kommunistischen Symbole von den Triebfahrzeugen. In größeren Bereichen Rekonstruktion der historischen Fahrzeuge für Museumszwecke.

Bezeichnung und Zeitraum	Charakteristik
Epoche V ab 1993	Aufteilung der CSFR in CR und SR, in diesem Zusammenhang Aufteilung CSD in CD und ZSR. Umzeichnung der Fahrzeuge auf CD. Betrieb von EC und IC Zügen. Betriebsrückgang auf den Lokalbahnen. Eisenbahnkorridorbau. Freie Farbgestaltung bei Fahrzeugen. Graffiti auf Wagen und Einrichtungen. Stationsnamen weiß im blauen Feld.

1. Allgemeines

Gestützt auf NEM 800, Ziffer 2 werden die Epochen und Perioden für Deutschland wie folgt festgelegt und beschrieben:

2. Epochen und Perioden

Bezeichnung und Zeitraum	Charakteristik
Epoche I 1835 - 1920	**Länderbahn-Epoche** Epochen des Eisenbahnbaus von den Anfängen bis zur Vollendung eines zusammenhängenden Streckennetzes. Entstehung großer Staatsbahnnetze sowie zahlreicher Privatbahnen mit überwiegend regionaler Bedeutung. Entwicklung der Dampflokomotive bis zum Abschluss ihrer Grundform. Farbiges Erscheinungsbild von Lokomotiven und Wagen.
Periode a 1835 - 1875	Entstehung erster Territorialeisenbahnen mit Privat- oder Staatsbahncharakter. Weiterentwicklung des Streckenbaus bis zur Vollendung eines zusammenhängenden Grundnetzes. Entwicklung verschiedener Grundformen der Dampflok.
Periode b 1875 - 1895	Entstehung von neun großen Staatsbahnnetzen in Preußen, Bayern, Sachsen, Württemberg, Baden, Hessen, Mecklenburg, Oldenburg und Elsass-Lothringen. Ergänzung des Streckennetzes. Erste Nebenbahnen (Sekundärbahnen) sowie Klein- und Lokalbahnen (Tertiärbahnen). Erste Schmalspurbahnen. Entwicklung der Dampflok mit Verbundwirkung und der Tenderlok. Erste preußische Normalien im Fahrzeugbau. Anwendung der vier Klassenfarben (gelb, grün, braun, grau) in Preußen. Einführung der durchgehenden Druckluftbremse für Personenzüge.
Periode c 1895 - 1910 (*)	Abschluss des Netzausbaus. Neuorganisierung der Staatsbahnen. Gemeinsame Verwaltung der Preußisch-Hessischen Staatsbahnen. Weitergehende Vereinheitlichung im Eisenbahnwesen durch Bau- und Betriebsordnungen, Signalordnungen, Fahrdienstvorschriften, Technische Einheit (TE). Entwicklung der Heißdampflok. Erste Triebwagen mit Vergasermotor und Speichertriebwagen. Einsatz vierachsiger Schnellzugwagen.
Periode d 1910 - 1920	Stagnation in der Entwicklung durch den 1. Weltkrieg. Schwarzanstrich von Lokomotivaufbauten in Preußen. Große Schnellzug-Lokomotiven erscheinen. Erster elektrischer Betrieb. Gründung der MITROPA. Personenwagen einheitlich olivgrün. Entwicklung von Güterwagen der Verbandsbauart. Freizügiger Güterwagentausch (Deutscher Staatsbahnwagenverband). Einführung der durchgehenden Druckluftbremse für Güterzüge.

Bezeichnung und Zeitraum	Charakteristik
Epoche II 1920 - 1950	**Reichsbahn-Epoche** Übernahme der deutschen Eisenbahnen durch das Reich. Entwicklung von Einheitsbauarten für Lokomotiven und Wagen. Ausbau des elektrischen Zugbetriebs und Weiterentwicklung der Triebwagen. Vereinheitlichung der Bau- und Betriebsvorschriften sowie der Fahrzeuganstriche und -anschriften. Vielfalt im Fahrzeugpark durch Fahrzeuge der Epoche I.
Periode a 1920 - 1925	Übergang der Staatseisenbahnen auf das Reich. Bildung von Reichsbahndirektionen. Erstes Typenprogramm für Elloks. Erste Einheitspersonenwagen. Personenwagen braungrün. Einführung der Austauschbauart für Güterwagen. Kennzeichnung der Güterwagen mit „Deutsche Reichsbahn“ und Gattungsbezirk. Erleichterung des Wagenübergangs infolge internationaler Übereinkommen (RIC, RIV).
Periode b 1925 - 1937 (*) [1]	Periode der „Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft“ DRG. Auflösung der Gruppenverwaltung Bayern. Umzeichnung der Dampf- und Elloks, Entwicklung von Einheits-Dampfloks, erste Schnelltriebwagen. Umzeichnung der Personenwagen (mit Modifikation 1930). Aufhebung der 4. Wagenklasse, Einführung der Hülsenpuffer. MITROPA -Schlaf- und -Speisewagen bordeauxrot. Güterwagen auf durchgehende Luftdruckbremse umgerüstet.
Periode c 1937 - 1950	Eingliederung der Eisenbahnen des Saarlandes und der Österreichischen Bundesbahnen. Änderung der Signalordnung. Anbringung des Reichsadlers an Triebfahrzeugen und Personenwagen. Personenwagen flaschengrün, geänderte Kennzeichnung. Entwicklung von Kriegs-Lokomotiven, Behelfs-Personenwagen und Kriegs-Güter-wagen. Nach Kriegsende Entfernung der Reichsembleme an Fahrzeugen und Einrichtungen. Beschriftung der Güterwagen mit der Bezeichnung der Besatzungszone. Einstellung des elektrischen Zugbetriebs im Bereich der sowjetischen Besatzungszone.

[1] zur Unterscheidung von der DR der Epochen III und IV wird meist das Kürzel DRG für die Epoche II verwendet.

Bezeichnung und Zeitraum	Charakteristik	
Epoche III 1949 - 1970	**Frühe Bundesbahn (D)- und Reichsbahn (DDR)-Epoche** Voneinander unabhängiger Aufbau und Modernisierung des Eisenbahnwesens in der Bundesrepublik Deutschland und der Deutschen Demokratischen Republik. Phase des Strukturwandels durch den Ausbau des Diesel- und elektrischen Zugbetriebs und allmähliche Abnahme der Dampflok-Zugförderung. Entwicklung eines modernen Fahrzeugparks und neuer Sicherungstechnik.	
	DB	**DR**
Periode a 1949 - 1956	Umbenennung der Deutschen Reichsbahn im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland in „Deutsche Bundesbahn". Erste Neubaudampfloks. Aufbau des „blauen F-Zugnetzes“. Umzeichnung der Akku- und Verbrennungstriebwagen. Dreiklassensystem im Personenverkehr. Gründung der DSG. Einführung 26 Meter langer Reisezugwagen. Bei Güterwagen neue DB-Kennzeichnung (neuer Nummernplan).	Eigenständige Verwaltung der Deutschen Reichsbahn im Gebiet der Deutschen Demokratischen Republik. Verstaatlichung der Privatbahnen. Umbau von Dampfloks auf Kohlenstaubfeuerung. Dreiklassensystem im Personenverkehr. Großräumiger Einsatz von Doppelstockzügen. Bei Güterwagen neue DR-Kennzeichnung (neuer Nummernplan).
Periode b 1956 - 1970 (*)	Rückgang des Dampflok-Einsatzes, Ausweitung des Diesel- und elektrischen Betriebes. Neubekesselung von Dampfloks und Umbau auf Ölfeuerung. Serienbeschaffung von Diesel- und Elloks. Aufnahme des TEE-Verkehrs. Neue Signalordnung: Einführung des Dreilicht-Spitzensignals. Zweiklassensystem im Personenverkehr, 1. Klasse-Kennzeichnungsstreifen. Personenwagen chromoxidgrün. Umbauprogramm für Nahverkehrswagen. DB-Zeichen eingeführt.	Neubau und Rekonstruktion von Dampfloks, Serienbau neuer Dampfloks. Serienbeschaffung von Dieselloks. Wiederaufbau des elektrischen Streckennetzes. Neue Signalordnung: Einführung des Dreilicht-Spitzensignals. Zweiklassensystem im Personenverkehr, 1. Klasse-Kennzeichnungsstreifen. Neue Personenwagenkennzeichnung. Umbau von Personenwagen (Reko- und Modernisierungsprogramm). DR-Zeichen eingeführt. OPW-Güterwagenverband gegründet.

Bezeichnung und Zeitraum	Charakteristik	
Epoche IV 1965 - 1990	**Späte Bundesbahn (D)- und Reichsbahn (DDR)-Epoche** Weitgehender Abschluss der Traktionsumstellung auf Diesel- und elektrischen Betrieb. Anwendung international vereinbarter Fahrzeug-Kennzeichnungen. Neue Farbkonzepte beim Fahrzeugpark.	
	DB	**DR**
Periode a 1965 - 1970	Neue Personen- und Güterwagenkennzeichnung gem. internationaler Vereinbarung. Neues Triebfahrzeug-Kennzeichnungssystem gemäß internationaler Vereinbarung.	Neue Personen- und Güterwagenkennzeichnung gem. internationaler Vereinbarung. Neues Triebfahrzeug-Kennzeichnungssystem gemäß internationaler Vereinbarung.
Periode b 1970 – 1980	Aufbau des einklassigen Inter-City-Netzes. Personenwagen-Versuchsanstrich „Pop-Farben". Allmähliche Umstellung auf neues Farbkonzept für Triebfahrzeuge und Personenwagen (beige/rot bzw. beige/türkis). Letzter Einsatz von Lenkachs-Personenwagen.	Neues Farbkonzept für Triebfahrzeuge. Letzter Einsatz von Dampfloks mit Öl-Hauptfeuerung. Bildung eines Traditions-Fahrzeugparks.
Periode c 1980 – 1990 (*)	Umstellung auf neues Farbkonzept für Triebfahrzeuge und Personenwagen großenteils abgeschlossen. Inter-City-Züge mit zwei Wagenklassen. Modifizierte internationale Güterwagenkennzeichnung.	Letzter Dampflokbetrieb auf Regelspur. Neues Farbkonzept für Personenwagen (rehbraun / beige / grün). Städte-Express-Züge (rehbraun / beige / orange). Letzter Einsatz von Lenkachs-Personenwagen.

Bezeichnung und Zeitraum	Charakteristik
Epoche V ab 1990	**Epoche der Deutschen Bahn AG** Zusammenarbeit beider deutscher Staatsbahnen und Umwandlung in die Deutsche Bahn AG. Einführung des ICE-Verkehrs. An Einsatzarten orientiertes Farbkonzept beim Fahrzeugpark.
Periode a 1990 - 1994	Zusammenarbeit und erste Anpassungsmaßnahmen beider deutscher Bahnverwaltungen. Neues Farbkonzept der DB für Lokomotiven (rot) und einsatzorientiert (vier Kennfarben) für bestimmte Triebfahrzeuge sowie Personenwagen; teilweise bereits von der DR übernommen. Einordnung der Triebfahrzeuge der DR in das DB-Bezeichnungs-Schema. Aufnahme des ICE-Verkehrs. Erste Triebwagen mit Neigetechnik. Modifizierte internationale Güterwagenkennzeichnung.
Periode b 1994 - 2000 (*)	Zusammenführung von DB und DR in „Deutsche Bahn AG“. Neues Firmenzeichen. Einheitliche Anwendung des DB-Farbkonzeptes für Triebfahrzeuge und Personenwagen. Einführung eines neuen Farbkonzeptes (verkehrsrot) für Güterwagen. Einführung von ESTW-Technik und von Ks-Signalen, Stilllegung und Abbruch örtlicher Stellwerke. Wegfall des klassischen G-Wagens und des 2-achsigen offenen Wagens. Stillgelegte Güterverkehrsanlagen. Neue Stationsbeschriftungen weiß auf blauem Grund.
Periode c 2000 - 2006	Personenverkehr weitgehend durch Triebwagen und Wendezüge, außer im internationalen Verkehr, in Ballungsgebieten durch Doppelstockwendezüge. Rückbau von entbehrlicher Infrastruktur.

Bezeichnung und Zeitraum	Charakteristik
Epoche VI ab 2007	**Epoche des liberalisierten Schienenverkehrs in Deutschland** Neues Nummernschema nach UIC bzw. TSI (12-stellig auch für Triebfahrzeuge), aber keine einheitlich gestalteten Erkennungsanschriften. Bahnunternehmen unabhängig von Infrastruktur. Flächendeckende Ausrüstung mit ESTW-Technik und Ks-Signalen, Wegfall örtlicher Stellwerke. Flächenmäßig kein einheitliches Farbkonzept und keine einheitlichen Erkennungsanschriften. Rückbau von entbehrlicher Infrastruktur und stark rationalisierte Anlagen auf Nebenbahnen. Empfangsgebäude sind nur noch in großen Städten vorhanden, bzw. werden dort durch die Bahnen genutzt, andere noch vorhandene werden privat genutzt. Bahnanlagen für Personenverkehr sind in kleineren bis mittleren Stationen reduziert auf Haltepunkte mit Bahnsteigen aus Betonfertigteilen mit Zugängen über Rampen. Auf ehemaligen Güterverkehrsanlagen oft Parkplätze für Kfz. Konzentration des Güterverkehrs auf wenige Terminals, Güterverkehrszentren (GVZ) am Rande der Ballungsgebiete, Güterversand nur noch durch Groß-anschließer und KLV, örtliche Güterverladung fast nur noch im Holzversand. Personenverkehr weitgehend nur noch durch Triebwagen und als Wendezüge. Auf Hauptstrecken zunehmend Beseitigung niveaugleicher Überwege. Schallschutzwände an Hauptstrecken. Bei neuen Oberleitungsanlagen Wegfall von Quertragwerken in Bahnhöfen.

1. Allgemeines

In der Entwicklungsgeschichte der Eisenbahn zeichnen sich deutlich Epochen ab, die durch technische Merkmale und wechselnde gesellschaftliche Strukturen gekennzeichnet sind. Die Epochen kommen sowohl im Streckenbild - z.B. im Bau- und Signalwesen - als auch in der Bauart, Farbgebung und Beschriftung der Fahrzeuge zum Ausdruck. Modellbahnanlagen sollten sich daher hinsichtlich ihrer Thematik, der Ausstattung und des eingesetzten Fahrzeugparks einer bestimmten Epoche zuordnen lassen.

2. Unterteilung

Bei den europäischen Eisenbahnen kann man aus Sicht des Modelleisenbahners fünf Epochen unterscheiden (siehe NEM 800), die sich in der Regel aber nicht scharf abgrenzen lassen. Vielmehr sind die Übergänge fließend und auf Teilgebieten unterschiedlich.

Zahlreiche zwischenzeitliche Veränderungen im Erscheinungsbild der Eisenbahnen erfordern eine weitere Unterteilung in **Perioden**. Diese lassen sich jedoch wegen der unterschiedlichen Entwicklung in den einzelnen Ländern nicht einheitlich festlegen. Diese Norm beschreibt die Epochen- und Periodeneinteilung in **Dänemark**.

3. Bezeichnung und Anwendung

Die Epochen werden nach NEM 800 mit römischen Ziffern benannt. Die Perioden werden durch kleine Buchstaben gekennzeichnet, die der Epochenbezeichnung hinzugefügt werden (Beispiel: „Epoche IV b“)

Eine Epochenangabe **ohne** Zusatzbuchstabe soll sich auf die durch einen Stern (*) gekennzeichnete Periode beziehen. Sind Modelle einer anderen Periode zuzuordnen, so ist stets der Zusatzbuchstabe anzuwenden.

Herstellern von Modellbahnen und Zubehör wird empfohlen, auf eine epochengerechte Ausführung zu achten und in ihren Angebotslisten die betreffende Epoche anzugeben.

4. Epochen- und Periodenübersicht

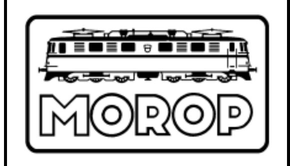
Bezeichnung und Zeitraum	**Charakteristik**
Epoche I 1847 - 1920	Entstehung der Hauptbahnen und später der Nebenbahnen. Verbesserung der technischen Konstruktion der Dampflok.
Periode a 1847 - 1880	Seeländische Eisenbahngesellschaft, Dänische Eisenbahn-Betriebsgesellschaft (Jütland / Fünen). Fertigstellung des Hauptbahnnetzes.
Periode b 1880 - 1892	Seeländische Staatsbahn, Jütländisch-Fünische Staatsbahn. Entstehung der größeren Privat- und Nebenbahnen. Einführung der nicht-automatischen Vakuumbremse.
Periode c 1892 – 1920 (*)	Vereinigung der Seeländischen und Jütländisch-Fünischen Staatsbahnen zur Dänischen Staatsbahn (DSB). Entstehung mehrerer Privatbahnen, Einführung der automatischen Vakuumbremse.

Bezeichnung und Zeitraum	Charakteristik
Epoche II 1920 - 1941	Bau großer Dampfloks; Beginn der Verdieselung, Wiedervereinigung Südjütlands mit Dänemark, Amtsbahnnetz Schmalspur. Die Vakuumbremse ist fast überall eingeführt.
Periode a 1920 - 1934	Dieseltriebwagen bei Privatbahnen. Das Amtsbahnnetz in Südjütland wird stillgelegt; einige Strecken werden auf Normalspur umgebaut.
Periode b 1934 – 1941 (*)	Bau der großen Eisenbahnbrücken über den Großen Strom und den Kleinen Belt. Einsatz der „LYNTOG“-Schnelltriebwagen, Einführung der S-Bahn in Kopenhagen, Abschaffung der 3. Klasse

Bezeichnung und Zeitraum	Charakteristik
Epoche III 1941 - 1969	Umzeichnung des gesamten rollenden Materials, Einführung der Druckluftbremse bei den DSB.
Periode a 1941 - 1955	Beschaffung der Schienenbusse für Privatbahnen, Umbau alter Abteilwagen zu Durchgangswagen.
Periode b 1955 – 1963 (*)	Einführung großer Diesellokomotiven. Personenwagen erhalten weinrote Farbgebung ohne Zierstreifen. Gelber Streifen auf 1.Klasse-Wagen.
Periode c 1963 – 1969	Neue „LYNTOG“-Dieseltriebzüge (Bauart entsprechend dem deutschen TEE-Triebwagen VT 11.5). Einstellung mehrerer Privatbahnen. Umzeichnung der Güterwagen nach UIC-Standard (1964) Beschaffung leichter Dieseltriebwagen für Privatbahnen (LYNETTER). Beschaffung von Güterwagen nach UIC-Standard (1965).

Bezeichnung und Zeitraum	Charakteristik
Epoche IV 1969 - 1990	DANLINK-Güterlinie Kopenhagen – Hamburg, Einführung des IC- und Regionalsystems.
Periode a 1969 - 1972	Umzeichnung der Reisezugwagen nach UIC-Standard, neue S-Bahnwagen für Kopenhagen, Umbau und Modernisierung älterer Reisezugwagen mit Stahlaufbau, Beschaffung einer neuen Generation großer Diesellokomotiven (Reihe MZ).
Periode b 1972 – 1980 (*)	Einführung einer neuen Farbgebung: Lokomotiven werden rot/schwarz, Reisezugwagen rot.
Periode c 1980 – 1990	Beschaffung von breiten Eisenbahnfähren (4 Gleise) für den Großen Belt. Anfang der Fernbahn-Elektrifizierung mit 50 Hz, 25 kV. Änderung der Güterwagenbezeichnung nach UIC. Beschaffung leichter Dieseltriebwagen (Bauart entsprechend dem deutschen Triebwagen BR 628); Die Schnelltriebwagen von 1963 erhalten silberne Farbgebung und werden „SØLVPILEN“ (Silberpfeil) genannt.

Bezeichnung und Zeitraum	Charakteristik
Epoche V ab 1990	Anfang des Baus der festen Verbindung über den Großen Belt (Brücke/Tunnel), Fertigstellung 1997. Beschaffung der modernen Dieseltriebwagen IC3 (Gumminase / Flexliner) Einführung des ATC-Sicherheitssystems. Beschaffung einer neuen Generation von S-Bahnwagen. Beschaffung moderner elektrischer Triebwagen IC4 (abgeleitet vom IC3). Große Bauvorhaben zur Erweiterung des Eisenbahnnetzes nach Schweden in Arbeit; Öresundbrücke Kopenhagen – Malmö. Beschaffung der modernen Dieseltriebwagen IC2 (abgeleitet vom IC3) für Privatbahnen.



Normen Europäischer Modellbahnen

Eisenbahn-Epochen in Spanien

NEM 809E

Empfehlung **Ausgabe 2010**
(Ersetzt Ausgabe 2004)

1. Allgemeines

Gestützt auf NEM 800, Absatz 2, werden die Epochen und Perioden für Spanien wie folgt festgelegt und beschrieben:

2. Epochen und Perioden

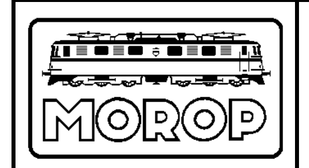
Epoche	Periode	Jahr	Charakteristik
Epoche I **1844 - 1910**	Periode a 1844 - 1910	1844	Eine Expertenkommission entscheidet, dass die Spurweite der spanischen Eisenbahn. Diese soll 1,67 m (6 Kastilien-Fuß) betragen) soll.
		1848	Bau der ersten Bahnlinien: Barcelona-Mataró; Madrid-Aranjuez. Entwicklung der ersten Dampflokomotiven: mit einem Treibradsatz oder zwei gekuppelten Radsätzen für Personenzüge und mit 3 Radsätzen für Gütertransport. Entstehung der ersten kurzen Personen- und Güterwagen mit Seitentüren, von den Postkutschen abgeleitet.
		1855	Das allgemeine Eisenbahnverkehrsgesetz (Ley General Ferroviaria) genehmigt die angenommene Spurweite.
		1856	Bau der ersten Bahnlinie mit der spanischen Spurweite: F.C. Langreo.
		1864	Bau der ersten Staats-Bahn mit Schmalspurgleis (1.000 mm): Carcagente – Gandía.
		1880	Ausbreitung der C.I.W.L. in den spanischen Eisenbahnen: Einführung von Schlaf-, Restaurant-, Großraum-, und Gepäckwagen .
		1881	Rogers Lokomotiven „Carolinas“ für VVB und Harlan-Reisezugwagen, die ersten mit Drehgestellen, werden in Dienst gestellt.
		1904	Erlass des ersten Nebenbahngesetzes (Ley de ferrocarriles secundarios).

Epoche	Periode	Jahr	Charakteristik
Epoche II **1911 - 1940**	Periode a 1911 - 1923	1911	Am Anfang des Jahrhunderts erscheinen die ersten Dampflokomotiven mit drei gekuppelten Radsätzen und vorderem Drehgestell für Personenzüge. Erste Elektrifizierung mit dreiphasiger Spannung zwischen Gérgal und Santa Fé, auf der Eisenbahnlinie Linares-Almeria von den Ferrocarriles Andaluces. Zusammenschluss der großen Eisenbahnunternehmen MZA, NORTE, ANDALUCES, OESTE, etc. Bau der ersten Personenwagen mit Drehgestellen.
		1923	Große Weiterentwicklung der Dampflokomotiven. Weiterführung des Baus von Drehgestellwagen.
	Periode b 1924 - 1932	1924	Elektrifizierung der Nord-Linie zwischen Ujo und Busdongo (Puerto de Pajares) mit 3000 V Gleichstrom (DC). Die entstandene “Comisaría de Material Ferroviario” gründet die “Comisión de Unificación de Material Ferroviario” mit der Aufgabe, die Maßstäbe des Rollmaterials zwischen den Firmen zu vereinheitlichen. Erscheinen der ersten Triebwagen mit Verbrennungsmotoren.
		1926	Elektrische Lokomotiven mit der Achsfolge C’C’ für „el puerto de Pajares“.
		1927	Einführung der Vakuumbremse und der Dampfheizung in den Personen-wagen. Elektrifizierung der Nord-Linien Barcelona - Manresa; Barcelona - San Juan de las Abadesas und Alsasua - Irun, mit 1500V Gleichstrom.
		1928	Indienststellung der ersten elektrischen Triebfahrzeuge mit 1500V DC. Lokomotiven C’C’, 1C’C’1 und 2C’C’2 für Traktion mit 1500V Gleichstrom.
	Periode c 1933 - 1940	1933	Dampftriebwagen “Sentinel”, einzigartiges historisches Exemplar.
		1934	Indienststellung der ersten Verbrennungs-Triebwagen mit zwei Achsen “Zaragoza”: Central de Aragón, MZA, Nord.
		1935	Verbrennungs-Triebwagen mit zwei Drehgestellen (Ganz, Fiat, Renault) für Nord, MZA.

Epoche	Periode	Jahr	Charakteristik
Epoche III **1941 - 1970**	Periode a 1941 - 1950	1941	Entstehung der RENFE durch Kauf der Bahngesellschaften, die die ehemalige iberischen Spurweite haben.
		1942	Beginn des Baues vereinheitlichter Dampflokomotiven mit großer Leistung für schwere Personen- und Güterzüge.
		1946	Bau der ersten Reisezugwagen mit Stahlkasten, Einheits-Reihe 5.000
		1948	Beginn der Umstellung des 1500 V-Grundnetzes in 3000 V Gleichstrom.
		1949	Der erste TALGO-Zug wird in Dienst gestellt.
		1950	Aufkommen von Dieselloks für den Rangierdienst.
	Periode b 1951 - 1960	1952	Erste Triebwagen TAF (Fiat), Zusammenstellung T-W-T. Erste diesel-elektrische Linienlokomotiven mit Achsfolge. C'C' (ALCO). Indienststellung der neuen elektrischen Lokomotiven mit Achsfolge C'C'.
		1953	Diensteinführung der diesel-elektrischen Rangier-Lokomotiven, die die Dampflokomotiven ersetzen.
		1954	Erste Einsätze von elektrischen Lokomotiven mit Achsfolge Bo'Bo'Bo'.
		1955	Indienststellung der Dampflokomotiven 242, "Confederación". EUROFIMA verleiht Geld an die RENFE.
		1958	Die elektrischen Triebwagen für 3000V Gleichstrom „Suizas“ werden in Dienst gestellt.
	Periode c 1961 - 1970	1962	Indienststellung der Diesel Leichttriebwagen „Ferrobús“.
		1963	Erste Reisezugwagen mit Stahlkasten der UIC-Bauart X (8000).
		1964	Die Weltbank finanziert den "*Plan Decenal de Modernización"* der RENFE mit einem Kredit. Diesellokomotiven für TALGO-Züge. Indienststellung der Elektrotriebwagen TER (Fiat).
		1965	Gründung von FEVE (*Organismo Autónomo de Explotación de Ferrocarriles de Vía Estrecha*). Beschluss erste Bahnlinien zu schließen.
		1966	ndienststellung dieselhydraulischer Lokomotiven mit hoher Leistung.
		1967	Einstellung der Schmalspurbahnen Vasco-Navarro (elektrifizierte Schmalspurbahn).
		1968	Aufhebung der 3. Klasse für alle Reisezugwagen.
		1969	Neue elektrische Lokomotiven mit 3000 V. Erste direkte internationale Partnerschaft mit TALGO RD. Stilllegung der Schmalspur Bahnen: Sant Feliu de Guíxols – Girona, Olot – Girona, etc.

Epoche IV **1971 - 1990**	Periode a 1971 - 1984	1971	Beginn der Anwendung der UIC-Vorschriften für Fahrzeugenanschriften. Zunehmender Ersatz der Vakuumbremse durch die Druckluftbremse in Lokomotiven, Personen-, und Güterwagen. Indienststellung von Elektrotriebzügen bei Tageseinsätzen in kurzer und mittlerer Entfernung.
		1972	Abschluss der Elektrifizierung des Grundnetzes mit 3000 V Gleichstrom.
		1974	Dieselelektrische Streckenlokomotiven mit hoher Leistung.
		1975	Ende des Dampfbetriebs bei der RENFE.
		1979	Landesregierungen übernehmen die Verwaltung der Eisenbahnen mit „nicht-iberischen“ Spurweiten (FGC, EuskoTren, FGV, etc.).
		1980	Anmietung der Personenwagen Corail der SNCF.
		1981	Neue Dieseltriebwagen für Tageseinsätze von mittlerer Entfernung.
		1982	Ab diesem Jahr sind bereits alle wichtigen Bahnstrecken elektrifiziert. Elektrische Lokomotiven mit großer Leistung und elektronischer Steuerung.
		1984	RENFE und der Staat unterschreiben einen Vertrag mit dem Programm, Strecken mit großem Defizit stillzulegen.

Epoche	Periode	Jahr	Charakteristik
Epoche IV **1971 - 1990**	Periode b 1985-1990	1985	914 km Bahnstrecken werden stillgelegt und 933 km werden auf Güter-transport beschränkt.
		1985	Erscheinen der Personenwagen der Serie 10000
		1987	Aufbau des Intercity Netzes
		1988	Die „Instrucción General” nº 68“ der „Dirección de Transportes“ von RENFE, die ein neues Bezeichnungssystem für Wagen und Triebwagen festlegt, tritt in Kraft (Neue UIC-Normen)
		1990	Doppelstock-Personenwagen.
Epoche V **1991 - 2005**	Periode a 1991 - 1994	1992	Beginn des Einsatzes des Hochgeschwindigkeitszüge in Spanien. Eröffnung der neuen Strecke nach Andalusien mit UIC-Spurweite und Elektrifizierung mit 25 kV, 50 Hz. Neue Züge der Serie 100 von Alstom. S-Bahn-Netze in großen spanischen Städten Indienststellung neuer Nahverkehrszüge der Serie 447 mit elektronischer Steuerung, Zweisystem-Lokomotiven der Serie 252 mit Spurwechsel-möglichkeit für die iberische und die UIC-Spurweite.
		1993	Indienststellung der Züge Talgo-Pendular 200 mit Spurwechselmöglichkeit.
		1994	RENFE löst den Vertrag mit der Firma C.I.W.L. und übernimmt den Einsatz der Schlaf- und Speisewagen.
	Periode b 1995 - 1999	1996	Grundung der *Gestor de Instraestructuras Ferroviarias* (GIF) als Infrastrukturbetreiber.
		1997	Ersteinsatz der diesel-hydraulischen Züge in mittleren Entfernungen. Beginn des Euromed-Einsatzes entlang der Mittelmehrachse mit Fahrzeugen vom Typ A.V.E. (für iberische Spurweite)
		1999	Kommerzieller Einsatz der bis zu 200 km/h schnellen Elektrozüge.
	Periode c 2000 - 2005	2003	Ersteinsatz der elektrischen Nahverkehrseinheiten *„Civia“.*
		2005	Erlass des Gesetzes: „*Ley del Sector Ferroviario*“, das das Management der Eisenbahnsinfrastruktur und des Bahntransportes im Hauptnetz trennt. *RENFE* und *GIF* werden durch *Renfe Operadora* und *Administrador de Infraestructuras Ferroviarias* (ADIF) ersetzt.
Epoche VI ab 2006	ab 2006	2006	Beginn der Einsätze von Zügen für unterschiedliche Spurweite zwischen Barcelona und Madrid.
		2007	Ausdehnung der Hochgeschwindigkeits-Netze nach Norden (Madrid - Valladolid) und Osten (Aragon und Katalonien) Erweiterung der Einsätze von Fahrzeugen für unterschiedliche Spurweiten (RD-Talgo-Triebwagen-Züge). Zunehmende Ablösung des Verkehrs herkömmlichen Rollmaterials auf langen Entfernungen Private Gütertransportgesellschaften werden aktiv.
		2008	Inbetriebnahme der Strecke Tarragona - Barcelona der LAV (Hochgeschwindigkeitsstrecke) Madrid - französische Grenze mit UIC-Spurweite, ERTMS-Zugsicherung und bis zu 300 km/h Geschwindigkeit. Fahrzeuge im Hauptnetz bekommen Klimaanlagen. Festlegung der UIC-Spurweite für Strecken mittlerer Entfernung
		2009	Eröffnung des By-Pass Süd von Madrid, die die LAV Madrid - Sevilla mit der LAV Madrid - Barcelona verbindet. Das ermöglicht direkte Hochgeschwindigkeitsverbindungen zwischen Barcelona und Sevilla.



Eisenbahn-Epochen in Frankreich

Empfehlung **Ausgabe 2010**
(ersetzt Ausgabe 2004)

1. Allgemeines

Gestützt auf NEM 800, Ziffer 2 werden die Epochen und Perioden für Frankreich wie folgt festgelegt und beschrieben:

2. Epochen und Perioden

Bezeichnung und Zeitraum	Charakterisierung
Epoche I **1832 - 1925**	Gründung des französischen Netzes durch private Gesellschaften, die jeweils ihre eigenen Materialien benutzen.
Periode a 1832 - 1870	Gründung des französischen Eisenbahnnetzes. Goldenes Zeitalter der kurzen Waggons während der „Heldenzeit".
Periode b 1871 – 1918 *	Die Dampflokomotiven bekommen ihre endgültigen Formen, das CIWL ist gegründet. Aufgrund des „Freycinet"-Gesetze (1879) entstehen zahlreiche sekundäre und lokale Linien, die durch zahlreiche unterschiedliche Gesellschaften bewirtschaftet werden (meistens in Meterspur). Um 1875 Aufkommen der „Decauville"-Spur. Die 60 cm-Spur wird vorwiegend für landwirtschaftliche, industrielle und militärische Bahnen verwendet.
Periode c 1918 - 1925	Verwendung von französischen Kriegs- und „US-Armee"-Lokomotiven, Schaffung des Netzes AL, des OCEM und des RIV-Übereinkommens, das den Geschäftsverkehr von Waggons zwischen den Ländern erlaubt. Schaffung der ersten Meterspurtriebwagen auf Basis von LKW-Rahmen der US-army (GMC).

Epoche II **1926 - 1945**	Die Privatgesellschaften haben sich zusammengeschlossen; eine Vereinigung beginnt zwischen den Gesellschaften, aber die Lokomotiven und Wagen behalten ihre Besonderheiten, zumindest was die Lackierung betrifft.
Periode a 1926 - 1933	Aufkommen der Windleitbleche und der Ganzmetallwagen (OCEM, NORD). Elektrifizierung mit 1,5 kV auf PO, MIDI und PLM. Verbesserung der Produktivität der Dampflokomotiven.
Periode b 1934 – 1937 *	Standardisierung der französischen Signalgebung (VERLANT-Kode), Ausdehnung der Triebwagen. Gemeinsame Betriebe von PO und MIDI, neue territoriale Verteilung zwischen PO und ETAT. Vereinheitlichung des Betriebs durch Triebwagen auf der Mehrzahl der fortbestehenden Meterspurbahnen (Billard und Renault).
Periode c 1938 - 1945	Gründung der SNCF. Deutliche Vermischung der Fahrzeuge, wobei die Farben der alten Netze vorläufig noch beibehalten werden.

Epoche III **1946 - 1970**	Vereinigung von Netz und Fuhrpark durch die SNCF. Schneller Niedergang des Dampfbetriebs zugunsten der elektrischen und Dieseltraktion. Vereinheitlichung der Lackierung (z.B.: „Waggongrün“ für die Personenwagen).	
Periode a 1946 - 1949	Verwendung der ehemaligen Kriegsdampflokomotiven, zahlreiche Veränderungen zwischen den Regionen. Aufkommen der DEV-Personenwagen und der Standard-Waggons, Ausdehnung der Dieseltraktion für den Rangierbetrieb. Die Lackierungen der alten Netze sind noch für kurze Zeit sichtbar.	
Periode b 1950 - 1955	Einführung des ersten einheitlichen Kennzeichnungsplans, der alle Fahrzeugkategorien betrifft. Ausdehnung des Stromsystems 1,5 kV (Paris/Dijon) und Start von 25 kV. Aufkommen einheitlicher Triebwagen und der rostfreien Personenwagen	
Periode c 1956 – 1960 *	Abschaffung der dritten Klasse und Umnummerierung der Personenwagen. Die Netze im Osten und Norden werden elektrifiziert (25 kV). Einführung der Diesel-Streckenlokomotiven und des TEE-Netzes. Neue Generation einheitlicher elektrischer Lokomotiven.	
Periode d 1961 - 1970	Neuer Kennzeichnungsplan für die Triebfahrzeuge (1961), was besonders die Diesellloks und Triebwagen betrifft. UIC-Nummerierung für die Güterwaggons (1964). Vereinfachte Kennzeichnung (1965) und dann UIC-Nummerierung (1968) für die Personenwagen, die eine neue Lackierung bekommen (rot und dann grün/grau). Verbreiteter Einsatz der Autotransportwaggons in schnellen Zügen auf langen Strecken. Ausdehnung des Bestands von Wagen mit Drehgestellen. Aufgrund der zahlreichen Stilllegungen von Nebenbahnen Gründung der ersten touristischen Eisenbahnen, die entweder alte Fahrzeuge oder Fahrzeuge mit einem zeitgenössischen Aspekt besitzen.	

Epoche IV **1971 - 1990**	Endgültige Einstellung des Dampfbetriebs. Beginn des Rückgangs der Dieseltraktion zugunsten der elektrischen Traktion. Aufkommen der ersten farbigen Lackierungen von Lokomotiven und Personenwagen. Inbetriebnahme des TGV-PSE.	
Periode a 1971 - 1979	Ende des Dampfbetriebs, der Zweiachs-Personenwagen und der alten Güterwaggons. Reform der Strukturen und der territorialen Teilung der SNCF. Ausdehnung der Dieseltraktion und der Turbozüge, die jedoch bald wegen der Energiekrise gestoppt wird. Wiederaufnahme der Elektrifizierungen. Aufkommen der CORAIL-Personenwagen.	
Periode b 1980 – 1990 *	Beginn der TGV-Ära mit der Inbetriebnahme der neuen Paris - Südostlinie. Umgestaltung des Grundsatzes des Schemas internationaler Kennzeichnung der Fahrzeuge. Wirksamere Farbwahl für das Firmen-Image.	

Epoche V **1991 - 2004**	Neues Bild der SNCF (neues Logo). Diversifikation des Aussehens der Fahrzeuge durch ihre Spezialisierung (nach Aktivitäten, nach ihrer regionalen Zuteilung).	
Periode a 1991 - 1995	Inbetriebnahme des TGV zum Atlantik. Inbetriebnahme des Ärmelkanaltunnels. Einführung des Logos mit Mütze. Die Nahverkehrszüge werden TER (Regionalschnellzüge).	
Periode b 1996 - 1998	Multi-Service-Lackierung der Lokomotiven. Erste Modernisierung der CORAIL-Personenwagen.	
Periode c 1998 - 2004	Übertragung der Verwaltung TER an die Regionen. Trennung der Aktivitäten und Aufkommen der spezifischen Lackierung der Lokomotiven (FRET, EN VOYAGE, usw.). Zweite Modernisierung der CORAIL-Personenwagen ‚TEOZ'	

Epoche VI **ab 2004**	Inkrafttreten der EU-Richtlinien über die Öffnung der Netze für fremde Verkehrsbetreiber. Erste Züge privater Verkehrsbetreiber auf dem Hauptnetz. Fahrzeuge für den regionalen Personenverkehr werden von den Gebietsverwaltungen ausgewählt. Einführung eines neuen Firmenlogos in Karminrot.	
Periode a ab 2005		

1. Allgemeines

In der Entwicklungsgeschichte der Eisenbahn zeichnen sich deutlich Epochen ab, die durch technische Merkmale und wechselnde gesellschaftliche Strukturen gekennzeichnet sind. Die Epochen kommen sowohl im Streckenbild - z.B. im Bau- und Signalwesen - als auch in der Bauart, Farbgebung und Beschriftung der Fahrzeuge zum Ausdruck. Modellbahnanlagen sollten sich daher hinsichtlich ihrer Thematik, der Ausstattung und des eingesetzten Fahrzeugparks einer bestimmten Epoche zuordnen lassen.

2. Unterteilung

Bei den europäischen Eisenbahnen kann man aus Sicht des Modelleisenbahners fünf Epochen unterscheiden (siehe NEM 800), die sich in der Regel aber nicht scharf abgrenzen lassen. Vielmehr sind die Übergänge fließend und auf Teilgebieten unterschiedlich.

Zahlreiche zwischenzeitliche Veränderungen im Erscheinungsbild der Eisenbahnen erfordern eine weitere Unterteilung in **Perioden**. Diese lassen sich jedoch wegen der unterschiedlichen Entwicklung in den einzelnen Ländern nicht einheitlich festlegen. Diese Norm beschreibt die Epochen- und Periodeneinteilung in **der Tschechischen Republik (CZ)**.

3. Bezeichnung und Anwendung

Die Epochen werden nach NEM 800 mit römischen Ziffern benannt. Die Perioden werden durch kleine Buchstaben gekennzeichnet, die der Epochenbezeichnung hinzugefügt werden (Beispiel : „Epoche IV b")

Herstellern von Modellbahnen und Zubehör wird empfohlen, auf eine epochengerechte Ausführung zu achten und in ihren Angebotslisten die betreffende Epoche anzugeben.

4. Epochen- und Periodenübersicht

Bezeichnung und Zeitraum	Charakteristik
Epoche I bis 1921	Epoche des Eisenbahnbaues von den Anfängen bis zur Vollendung eines zusammenhängenden Streckennetzes. Entstehung von Privat- und Staatsbahnen; letztere 1858 reprivatisiert. Ab 1882 Entstehung des großen Staatsbahnnetzes (K.k.St.B.) durch Übernahme defizitärer Bahnen und Neubauten. Entwicklung der Dampflokomotiven bis zum Abschluss ihrer Grundform. Im Wagenbau wird der Abteil- (Coupé-) -wagen von den Durchgangswagen mit Mittel- oder Seitengang verdrängt.

Periode a 1837 - 1858	Entstehung erster Territorialeisenbahnen, welche später zu zusammenhängenden Netzen verwachsen. Fortschreitende Entwicklung der Lokomotivarchitektur - im Grunde die Stückproduktion der Einzeltypen.
Periode b 1858 - 1880	Verknüpfung der einzelnen Privatbahnen zu einem zusammenhängenden Hauptnetz. Beendigung des Aufbaus der Hauptstrecken wegen des Kraches an der Wiener Börse 1873. Erste Vereinheitlichung im Fahrzeugbau, um einen Übergang von Fahrzeugen von einer Bahn auf eine andere zu ermöglichen (Pufferabstand). Einführung der gedeckten Lokführerstände.
Periode c 1880 - 1891	Empfang des Lokalbahngesetzes. Umfangreicher Ausbau der Lokalbahnen. Entstehung der K.k.St.B. im Jahr 1882. Bau leichter Fahrzeuge für Lokalbahnen einschließlich Dampftriebwagen.
Periode d 1891 – 1913	Fortschreitende Verstaatlichung der Privatbahnen (mit der Ausnahme Bustehrader Eisenbahn. Kaschau-Oderberger Bahn und Aussig-Teplitzer Eisenbahn) und ihrer Übernahme durch die K.k.St.B. Entwicklung der Heißdampflokomotive. Bau der ersten fünffach gekuppelten Dampflokomotiven. Lokomotivkonstruktion legt Karl Gölsdorf fest. Ersatz vieler alter, von den Privatbahnen übernommener Wagen durch einheitliche Neubaufahrzeuge. Einführung der automatischen Vakuumbremse. Erste vierachsige Reisezugwagen -1894.
Periode e 1913 – 1921	Der Streckenneubau ist im wesentlichen abgeschlossen. Vereinheitlichung der Signale und Stellwerke. Vermehrter Einsatz der elektrischen Beleuchtung. Ab 1913 Umzeichnung aller Wagen auf ein neu gegliedertes System (Bindestrich-Nummern). Nach dem Zerfall der Donaumonarchie Entstehung der Tschechoslowakei, der Beginn der Tschechoslowakischen Eisenbahnen (CSD).

Bezeichnung und Zeitraum	**Charakteristik**
Epoche II 1921 - 1945	Übernahme der Kaschau-Oderberger Bahn in den Staatsbetrieb. Verstaatlichung der Bustehrader Eisenbahn und Aussig-Teplitzer Eisenbahn. Elektrifizierung des Prager Eisenbahnknotenpunktes. Entwicklung des Triebwagenbaues.
Periode a 1921 - 1928	Übergang von K.k.St.B auf CSD nach Klärung der Eigentumsverhältnisse. Beendigung der Fahrzeugbezeichnungen nach den CSD-Regeln. Weiterführung des Fahrzeugbaues in Anlehnung an die von den K.k.St.B gebauten Fahrzeuge mit verstärkter Zug- und Stoßvorrichtung. Anfang der tschechoslowakischen Lokomotivkonstruktion (365.0). Einführung rotbrauner Lackierung bei Güterwagen.
Periode b 1928 – 1939	Elektrifizierung des Prager Eisenbahnknotenpunktes. Anbruch der Motorisierung im Personenverkehr. Einführung der Druckluftbremse. Experimentaleinführungen der Lichtsignale. Stahlwagenkonstruktion. Einführung der Graulackierung der Wagendächer - 1936.
Periode c 1939 - 1945	1939 - Zerschlagung der CSD (BMB-CMD, SZ, DR, MAV). Einführung des rechtsseitigen Straßenverkehrs. II. Weltkrieg. Umzeichnung der Fahrzeuge. Rückgang des Triebwagenbetriebs (wegen Brennstoffmangel). Einführung der gelben Farbe im Signalsystem. Lokomotivproduktion nach deutscher Kriegskonstruktion. Für den Netzteil unter DR gilt deutsche Norm NEM 801 D.

Bezeichnung und Zeitraum	Charakteristik
Epoche III 1945 - 1968	Gemeinsamer Verkehr aller Traktionen. Erfolgreicher Einführung von Lichtsignalen. Internationale Zusammenarbeit in der Fahrzeugproduktion.
Periode a 1945 - 1955	Nachkriegschaos und Wiederaufbau. Umzeichnung der Fahrzeuge nach dem Vorkriegsschema. Im Betrieb große Menge von Fremdfahrzeugen und nach und nach Rückgabe an die ursprünglichen Inhaber. Grosse Produktion neuer Fahrzeuge (534.03, 475.1 , M262.0. M131.1, Ds, Vtr, Ztr, . . .)
Periode b 1950 - 1958	Produktion der letzten Dampfloktypen, Betriebsprüfungen von neuen Traktionen. Umnummerierung der Personenwagen (Einführung der gelben Schrift). Neue Signalvorschriften 1953 - Aufhebung der Glockensignale, mechanische Abfahrtssignale nur noch einarmig usw. Aufhebung der 3. Wagenklasse. Konsequente Einführung roter Sterne auf Triebfahrzeugen.
Periode c 1958 - 1968	Masseneinstieg in die neuen Traktionen. Umnummerierung der Personenwagen. Überführung der Personenwagenproduktion in die DDR und VRU. 1962 - Einführung der Wechselstromtraktion.

Bezeichnung und Zeitraum	Charakteristik
Epoche IV 1968 - 1992	Beendigung des Dampfbetriebes. Fortschrittliche Ersetzung der mechanischen Signale durch Lichtsignale auch bei den Nebenstrecken. Elektrifizierung der Hauptstrecken. Einführung der UIC-Fahrzeugbezeichnungen.
Periode a 1968 – 1975	Einführung einer international verbindlichen Wagenbeschriftung (von 1967). Übergang des Dampfbetriebes auf Nebenleistungen. Nach August 1968 Entfernung der roten Sterne. Im Rahmen der „Normalisierung“ Wiedereinführung der roten Sternen.
Periode b 1975 – 1985	Ende des Dampfbetriebes (1981). Einheitslackierung der Triebfahrzeuge. Ersetzung der Triebwagen M131.1 durch M152.0. Einführung der neuen Lichtsignale (AZD-Typ).
Periode c 1985 – 1992	Neue Einheitslackierung der Triebfahrzeuge - Einführung des breiten gelben Warnstreifens. Internationale Bezeichnung von allen Fahrzeugen (auch schriftliche Wagenbezeichnung). Nach 1989 Entfernung der kommunistischen Symbole von den Triebfahrzeugen. In größeren Bereichen Rekonstruktion der historischen Fahrzeuge für Museumszwecke.

Bezeichnung und Zeitraum	Charakteristik
Epoche V ab 1993	Aufteilung der CSFR in CR und SR, in diesem Zusammenhang Aufteilung CSD in CD und ZSR. Umzeichnung der Fahrzeuge auf CD. Betrieb von EC und IC Zügen. Betriebsrückgang auf den Lokalbahnen. Eisenbahnkorridorbau. Freie Farbgestaltung bei Fahrzeugen. Graffiti auf Wagen und Einrichtungen. Stationsnamen weiß im blauen Feld.

1. Allgemeines

Gestützt auf NEM 800, Ziffer 2 werden die Epochen und Perioden für Ungarn wie folgt festgelegt und beschrieben.

2. Epochen und Perioden

Bezeichnung und Zeitraum	Charakteristik
Epoche I 1846 - 1920	Epoche des Eisenbahnbaus von den Anfängen bis zur Vollendung eines zusammenhängenden Streckennetzes. Gleichzeitiger Betrieb von Staats- und Privatbahnen. Entwicklung und Einsatz der Dampflokomotiven bis zum Abschluss ihrer Grundform.
Periode a 1846 - 1849	Bau der ersten ungarischen Eisenbahnlinien als Privatbahnen. Die Farbe der Dampflokomotiven ist grün, die Nummerierung folgt der Reihenfolge der Lieferungen. Die Wagen werden nach der territorialen Eingliederung nummeriert. Die Farben sind entsprechend den Klassen verschieden. Verwendung des Korbsignals und von galvano-elektrischen Glockensignalen.
Periode b 1850 - 1854	Betrieb der vorhandenen ungarischen Eisenbahnlinien durch die österreichische Staatseisenbahn. Weiterbau von Hauptstrecken nach österreichischen Bedürfnissen.
Periode c 1855 - 1867	Zurückprivatisierung der österreichischen Staatseisenbahnlinien, Ausdehnung des Netzes der ungarischen Privatbahnen. Ausbau der Haupt-Eisenbahnlinien und einiger bedeutender Nebenbahnen als Flügellinien. Entstehung eines Eisenbahn-Netzes. Beginn der Zusammenarbeit der selbstständigen Privatbahnen. Erscheinen von Blechscheiben-Signalen.
Periode d 1868 - 1890	Schaffung und Ausbau der Ungarischen Staatsbahnen MÁV durch Verstaatlichung von Privatbahnen. Weiterer Bau von Nebenlinien. Entwicklung von Dampflokomotiven mit größerer Leistung und mit gedeckten Führerständen. Stufenweise Einführung der Druckluftbremse. Personenwagen als Abteilwagen ohne Durchgänge und ohne Komfort, Ofenheizungen, WC von Rathgeber. Inbetriebnahme von Wagen mit Oberlichtdächern zur Verbesserung der Beleuchtung. Erste Wagen mit Stahlkasten und von Wagen mit Durchgängen und mit Ganz-Dampfheizung. Entwicklung und Einführung von neuen schwereren Schienenprofilen der Formen C und I. Erste Siemens & Halske-Sicherungsanlagen und Verwendung des elektrischen Banovits-Schutzsignals, Inbetriebnahme des ersten Blocksignals.

Bezeichnung und Zeitraum	Charakteristik
Periode e 1891 - 1910 *	Endausbau des MÁV-Netzes, Bau von Lokalbahnen und weiterer Privatbahnen. Bau von immer stärkeren Dampflokomotiven für Bergstrecken. Nummerierungsschema für Dampflokomotiven mit Nummerngruppen entsprechend dem Verwendungszweck Einsatz von speziellen Lokomotiven für Güter-, Personen- und Schnellzüge. Bezeichnung der Hauptreihen der Personenwagen mit Großbuchstaben. Einführung des einteiligen Gleitlagers System Korbuly. Erste Personenwagen mit geschlossenen Übergängen und Faltenbälgen. Einführung der Schienen Form J. Einführung des einarmigen Signals System Ganz und von Vorsignalen zu Blocksignalen. Erste Blocksicherung mit isolierten Schienen. Eröffnung der ersten elektrischen Eisenbahn mit Gleichstrom.
Periode f 1911 - 1920	Ausbau der Lokalbahnen. Höhepunkt der Dampftraktion. Einführung von Reihen- und Ordnungsnummern bei den Dampflokomotiven. Tafeln an den Seitenwänden der Lokomotiv-Führerstände mit Wappen und Krone von Ungarn und der Anschrift „Magyar Királyi Államvasutak“. Elektrische und Diesellokomotiven sind dunkelgrün, Personenwagen ölgrün. Kriegsmaterialzüge auf dem Netz der MÁV. Erscheinen mechanischer Sicherungsanlagen und von Vorsignalen zum einarmigen Signal System „Ganz“. Inbetriebnahme des ersten Elektrifizierungssystems mit Wechselstrom.
Epoche II 1921 - 1945	Infolge neuer Staatsgrenzen verliert die MÁV einen bedeutenden Anteil ihres Netzes. Der ungarische Eisenbahnbetrieb wird entsprechend neu organisiert. Beginn der Zugförderung mit 50 Hz -Wechselstrom und mit Diesellokomotiven. Kriegsmaterialtransporte während des 2. Weltkrieges.
Periode a 1921 - 1931 *	Ausbau der neuen Grenzbahnhöfe. Inbetriebnahme ehemaliger MÁV-Fahrzeuge im Ausland. Als Ersatz für die durch die neue Grenzziehung unterbrochenen Bahnstrecken werden Lokal- und Schmalspurbahnen gebaut. Einführung und Verbreitung von Dieseltriebwagen für den Personentransport. Erscheinen von Personenwagen mit genieteten Stahlkasten und mit eingezogenen Wagenenden (Hechtform). Einführung von Reihen- und Ordnungsnummern bei den Personenwagen, 1. Ziffer der Nummer ist eine „8“. An den Personenwagen Anschrift von „párnás” (Polsterklasse) und „fapados“ (Holzbank) an Stelle der Klassenbezeichnung. Einführung von 48,3 kg/m - Schienen.
Periode b 1932 - 1945	Zur Erhöhung der Geschwindigkeit werden stromlinienförmige Dampflokomotiven in Betrieb genommen. Einführung von schnellen Dieseltriebwagen für Züge über große Distanzen. Erscheinen geschweißter Stahlwagen und von Leichtbau-Personenwagen Entwicklung und Einführung des Vormelde-Blocksystems, Einführung des dreibegriffigen Vorsignals und von Lichtsignalen. Ausdehnung der 50 Hz-Einphasenwechselstrom-Zugförderung. Während des Krieges Verkehr von fremden Dampflokomotiven auf dem Netz der MÁV. Kriegsschäden auf dem ungarischen Bahnnetz.

Bezeichnung und Zeitraum	Charakteristik
Epoche III 1946 - 1967	Behebung der Kriegsschäden und Erneuerung der Eisenbahn. Ablösung der Dampflokomotiven durch Diesel- und elektrische Lokomotiven. Neubau von Bahnhöfen mit Insel-Bahnsteigen und Unterführungen.
Periode a 1946 - 1956	Wiederherstellung der beschädigten Strecken, Gebäude und Fahrzeuge. Beginn des Wechsels in der Zugförderung durch Einsatz von Diesellokomotiven in beträchtlichen Stückzahlen. Ersatz des königlichen Kronewappens durch das Rákosi-republikanische Wappen auf den seitlichen Lok-Nummerntafeln. Während einer Übergangszeit werden gedeckte Güterwagen zu Personenwagen umgebaut. Der CIWL-Schlaf- und Speisewagendienst wurde beendet. Inbetriebnahme von drei- und vierbegriffigen Lichtsignalen. Einführung von Gleisbremsen und Ablaufsignalen auf den größeren Rangierbahnhöfen. Aufbau von Inselbahnsteigen mit Unterführungen auf den größeren und den neu gebauten Bahnhöfen.
Periode b 1957 - 1967 *	Verdrängung der Dampflokomotiven durch Diesel- und elektrische Lokomotiven auf den Hauptbahnen. Einstellung der Entwicklung und des Baus von Dampflokomotiven. Einführung von emaillierten Nummerntafeln an den Stirnseiten der Lokomotiven mit schwarzem Grund, Nummer und Typenbezeichnung weiß Ersatz des Rákosi-republikanischen Wappens auf den seitlichen Lok-Nummerntafeln durch das Wappen der Volksrepublik Ungarn. Beendigung des Baus von zweiachsigen Personenwagen. Aufhebung der 3. Klasse. Einführung von Wendezügen mit Steuerwagen. Einführung des gemeinschaftlichen Güterwagenparks OPW. Entwicklung und Einsatz von zeitgemäßen vierachsigen Vorort-Personenwagen. Einführung der heute noch gebräuchlichen Form der Lichtsignale und breite Verwendung; Einführung der Domino 55-Sicherungsanlagen mit Gleisbildstellwerken. Entwicklung und Einführung von Zugbeeinflussung und Lokomotiv-Funk. Elektrifizierung der bedeutenden Bahnstrecken.

Bezeichnung und Zeitraum	**Charakteristik**
Epoche IV 1968 - 1989	Beendigung des Dampfbetriebes, Diesel- und Elektrotraktion. Ausrüstung der wichtigen Strecken mit Zugbeeinflussung, weite Verbreitung der heute gebräuchlichen Lichtsignale. Weitere Erneuerung von Bahnhofgebäuden und Bahnsteigen, Fortsetzung der Elektrifizierung von Strecken, breite Verwendung des Zugbahnfunks. Einstellung von verkehrsschwachen Normal- und Schmalspurstrecken.
Periode a 1968 - 1978 *	Aufgrund eines verkehrspolitischen Konzepts werden die verkehrsschwachen Schmalspur- und Normalspurstrecken eingestellt. Ablösung der Dampflokomotiven durch Diesellokomotiven sowjetischer Herkunft und durch universell einsetzbare Elektrolokomotiven. Ersatz der emaillierten durch gemalte Loknummerntafeln. Farbe der Elektrolokomotiven dunkelblau, der Diesellokomotiven dunkel-orange. Steuer- und Mittelwagen für Wendezüge mit modernen Elektroloks. Erscheinen von neuen Personenwagen für den Express-Fernverkehr. Einführung der 12-stelligen UIC-Nummern an Personen- und Güterwagen. Die Farbe der Personenwagen ist blau bzw. blau mit grauem Streifen. Einführung eines neuen MÁV-Logos an Personen- und Güterwagen. Entwicklung und Einbau von schwereren Schienen mit 48,5 kg/m bzw. 54,4 kg/m anlässlich von Rekonstruktionen. Weite Verbreitung von Lichtsignalen, Einführung von Gleisbildstellwerken Domino 67 (Gleisbildstellwerk in Spurplantechnik) und Domino 70 (einfaches Gleisbild-Stellwerk in Relaistechnik für kleine Bahnhöfe). Weiterführung der Elektrifizierung von Hauptstrecken. Das elektrische Netz der MÁV wird einheitlich mit 25 kV/50 Hz betrieben.
Periode b 1979 - 1989	Ende des Dampfbetriebes. Erscheinen neuer elektrischer und Diesellokomotiven und von Triebzügen. Als Ersatz für Wagen mit Dampfheizung werden neue Fernverkehrs-Personenwagen für internationalen und nationalen Einsatz mit 200 km/h Höchstgeschwindigkeit beschafft.

Bezeichnung und Zeitraum	Charakteristik
Epoche V ab 1990	Umorganisation der MÁV in eine Aktiengesellschaft mit finanzieller Trennung von Infrastruktur und Verkehr sowie Trennung von Personen- und Güterverkehr. Entstehung neuer Privatbahnen. Beschaffung neuer Personenwagen für den IC- und den internationalen Verkehr, von elektrischen Zweifrequenz-Lokomotiven und von elektrischen und Diesel-Triebzügen. Ausbau der Strecken der europäischen internationalen Eisenbahn-Korridore für 160 km/h Höchstgeschwindigkeit und mit 60 kg/m-Schienen. Versuchs-betriebe mit ETCS und ERTMS. Einführung von elektronischen Sicherungsanlagen.
Periode a 1990 - 2001	Trennung von Infrastruktur und Verkehr der MÁV. Entfernung des roten Sterns von den Lokomotiv-Stirnwänden. Beginn der Remotorisierung von Diesellokomotiven zwecks Erhöhung der Leistung und Verringerung des Brennstoffverbrauchs. Verbesserung des Komforts in den Führerständen. Entwicklung eines elektronischen Fernsteuersystems für die elektrischen Triebzüge BV und BVh. Beschaffung von Personenwagen der Typen UIC Z1 und UIC Z2 Beginn der Erneuerungsarbeiten an der Budapester Vorortbahn. Der Bestand der Güterwagen wird bedeutend vermindert. Auflösung des gemeinschaftlichen Güterwagenparks OPW. Bau von Spezial-Güterwagen und Einführung des RoLa-Verkehrs. Ausbau der Grenzstrecken mit allen benachbarten Staaten auf Höchstgeschwindigkeiten von 100 km/h oder 120 km/h.
Periode b ab 2002 *	Trennung des Personen- und Güterverkehrs und Bildung von MÁV CARGO. Liberalisierung des Eisenbahnverkehrs. Neben MÁV und GySEV werden weitere Bahngesellschaften gegründet. Schaffung des Budapester Verkehrsverbandes. Inbetriebnahme von elektrischen Zweifrequenz-Lokomotiven Gemietete, fremde Lokomotiven auf dem Netz der MÁV. Neue 12-stellige Nummern an Lokomotiven und Triebwagen. Beschaffung neuer Elektro- und Dieseltriebwagen. Die Personenwagen der Budapester Vorortbahn werden erneuert. Leasing von gebrauchten ausländischen Personenwagen. Fortsetzung der Strecken-Rekonstruktionen, Beginn des Ausbaus der europäischen Korridorstrecken auf 160 km/h Höchstgeschwindigkeit. Inbetriebnahme der ersten mit ETCS ausgerüsteten Strecken und von elektronischen Sicherungsanlagen mit Computer-Steuerung. Weiterführung von Streckenelektrifizierungen auf dem Stammnetz und von bedeutenden Verbindungsstrecken.

1. Allgemeines

Gestützt auf NEM 800, Ziffer 2 werden die Epochen und deren Perioden für Italien, insbesondere für das 1905 in die FS (Ferrovie Statali, Staatseisenbahnen) eingegliederte Netz wie folgt festgelegt und beschrieben.

2. Epochen und Perioden

Bezeichnung und Zeitraum	Charakterisierung
Epoche I **1839 - 1922**	Vom Beginn der Eisenbahn in Italien bis zur Vollendung der Übergabe am staatlichen Betrieb.
Periode a 1839 - 1865	Entstehung der Eisenbahnnetze in den Vorgänger-Staaten. Höchste Vielfalt von Triebfahrzeugen, Wagen, Gleisausrüstung, Signalisierungen, Gebäuden.
Periode b 1865 - 1885	Nach der Bildung des Königreichs Italien Reorganisierung der Eisenbahnen, die von SFAI (Strade Ferrate Alta Italia), von SFR (Strade Ferrate Romane), von SFM (Strade Ferrate Meridionali), von SFCS („Vittorio Emanuele") und von CRFS (Compagnia Reale delle Ferrovie Sarde) betrieben werden. Alle Gesellschaften wenden eigene Kriterien für Fahrzeuge, Gleisausrüstung und Gebäude an und gründen eigene Entwicklungsbüros für die Planung der Fahrzeuge, SFAI 1872 in Turin, SFM 1880 in Florenz. Im Gegensatz dazu werden die wichtigste Vorschriften des Zugverkehrs und der Signalisierung vereinheitlicht: Bahnhöfe und Abzweigungen auf die Strecke werden mit festen Signalen gesichert, Signale mit drehbarer Scheibe verbreiteten sich. Ab 1874 führt die SFAI feste Formsignale ein, auch mit übereinanderliegenden Doppelflügeln, zusammen mit den ersten mechanischen Stellwerken Saxby mit Gestängeübertragung. Beachtliche Analogien in der Eisenbahnarchitektur, nach Mustern, die bis zu den zwanziger Jahren des XX. Jahrhunderts angewendet wurden und die noch heute sichtbar sind.
Periode c 1885 - 1905	Reorganisierung des Netzes nach „longitudinalen" Grundlagen, mit Gründung der Rete Mediterranea RM (Mittelmeerbahn), der Rete Adriatica RA (Adriatischen Bahn), der Rete Sicula RS (Sizilienbahn); während die CRFS in Sardinien bestehen bleibt. Beträchtlich ist der Unterschied der von den verschiedenen Verwaltungen angewendeten technischen Lösungen bei Triebfahrzeugen und Wagen (Typen und Anstriche), Gleisausrüstungen, Bauarten von Scheiben- und Flügelsignalen. Die Betriebsreglements (insbesondere die Signalordnungen) richten sich dagegen nach den immer ausführlicheren Ministerialvorschriften. Ab 1888 verbreiten sich die hydrodynamischen Stellwerke, mit den charakteristischen, hohen Gebäuden in großen Knoten und den niedrigen, am Empfangsgebäude angebauten Räumen in kleinen Orten. Auf Strecken mit Blocksicherung führen RM (1891) und RA (1897) das Vorsignal ein; auf den anderen Hauptstrecken führt RM solche der 3. Kategorie ein. Zwischen 1899 - 1904 erste Versuche mit elektrischer Zugförderung.

Periode d (*) 1905 - 1922	Gründung der Staatsbahnen (Ferrovie dello Stato FS), die den Betrieb der Strecken von RM, RA und RS übernimmt, ausgenommen bis 1906 die Strecken der RA, die ursprünglich Eigentum der SFM waren, und die von dieser direkt betrieben werden. Zwischen 1905 und 1922 werden zahlreiche weitere Strecken und Netze Bestandteil der FS, deswegen kann die Entstehung der FS erst 1922 als abgeschlossen betrachtet werden. Neue Anstrich und Beschriftung des FS-Fahrzeugparks. Die vor allem an Güterwagen nur allmählich erfolgende Einführung sorgt dafür, dass zahlreiche Fahrzeuge in den ersten Jahren noch mit dem Anstrich der alten Verwaltungen fahren. Insbesondere treten Tausende von ehemaligen österreichischen Fahrzeugen 1919 - 20 in den FS Park ein: ihre Neubeschriftung wird erst 1924 abgeschlossen. Entwicklung des elektrischen Dreiphasenbetriebs und des Fahrleitungsmasten Typ M mit den Fahrleitungstypen „FS 1914“, „Succursale“, „Galvano“. Neue Lokomotiven, Reisezugwagen (fast alle mit Drehgestellen) und Güterwagen nach FS-Standard. Anwendung von Einheitsersatzteilen (Achslager, Radsätze, Lokomotivkessel, usw.) für den aus den alten Verwaltungen stammenden Fahrzeugpark. Einheitliche ortsfeste Formsignale vermischen sich mit den früheren der alten Verwaltungen. 1907 Einführung der Mehrfach-Signale I. Kategorie auf gemeinsamem Mast mit Auslegern (Signal „a candeliere“). 1913 Aufhebung des dritten Spitzenlichts und 1919 Aufhebung des dritten Schlusslichts. Bis 1918 erfolgte die Beschriftung der Lokomotiven (einige Baureihe wurden noch 1907 umnummeriert) durch Nummern mit 5 großen Bronzeziffern an den Führerstandseiten; ab 1918 Wechsel zu 6 Ziffern auf einem FS Schild (noch heute gebräuchlich) an den Führerstandseiten. 1907 neue schwarze FS Dienstkleidungen mit Mützen in französischer Form. Ortsangaben an den Empfangsgebäuden mit erhöhten, blau emaillierten Metallbuchstaben (noch heute auf einigen Gebäuden sichtbar); auf Bahnsteigdächern und anderen Gebäuden auch auf weißem Grund mit schwarzen Aufschriften.

Epoche II **1922 - 1949**	
Periode a 1922 - 1931	Die Inbetriebsetzung modernerer Fahrzeuge mit Stahlkasten erlaubt die Ausmusterung der ältesten von den alten Verwaltungen stammenden Gattungen. Ab 1921 Einführung der Caprotti-Steuerung bei verschiedenen Baureihen von Dampflokomotiven. Beachtliche Weiterentwicklung des elektrischen Dreiphasenbetriebs. Die Dreiphasenoberleitung kommt zu ihrer Reife: M-Masten und Seilaufhängung mit Rollenisolatoren und gelenkigen Fahrdrahtklemmen (Typ 1926), endgültige Form der zweidrähtigen Oberleitungsweichen (Typ 1924). Ab 1928 Erprobung des 3000 V Gleichstrombetriebs auf der Strecke Benevento-Napoli: Dieses System wird in der Folge Standardsystem für die FS Strecken. Anbringung des Liktorenbündels an Triebfahrzeugen. Ab 1929 neue Oberleitungssignale (Isolierter Abschnitt, Senken der Stromabnehmer, usw.), die noch heute gebräuchlich sind. 1922 - 1923. Neue Signal- und Fahrdienstvorschrift. Die Scheibe hat nur noch Bedeutung als Signal II. Kategorie; das Flügelsignal I. und II. Kategorie wird die vorwiegende Art. Kennzeichnung der Signalmasten mit waagrechten schwarz-weißen Streifen. 1924 Erste Lichtsignale mit ovaler Signaltafel und einzelnen Lichtern, danach mit ovaler Signaltafel und beweglicher Farbblende. In der Eisenbahnarchitektur erscheinen Eisenbetonstellwerkgebäude im unbestimmten Jugendstil.

Periode b (*) 1931 - 1943	Ab 1931 neue Fahrzeugbegrenzungslinie FS (3,200 m) und international (3,150 m). Einführung von Lebensmittelbeförderungswagen mit englischer Begrenzung in großer Zahl. Ab 1933 ist die Beschriftung der Güterwagen meistens eher links oben (von der Seite betrachtet) angeordnet, anstatt auf der mittleren Schiebetür oder an den beiden Seitenenden. Die Beschriftung an den Wagenenden der Güter- und Reisezugwagen verschwindet. 1931 - 1935 Versuch neuer Farbgebungen: Gleichstromlokomotiven kastanienbraun/steingrau (später hellbraun), Reisezugwagen hellbraun. Ab 1935 wird der dunkelbraun/hellbraune Anstrich Standard für Gleichstromloks und Reisezugwagen bei Neubaufahrzeugen oder bei vollständiger Neulackierung eingeführt, er steht deshalb Seite an Seite mit dem grünen Anstrich bis zur unmittelbaren zweiten Nachkriegszeit. Ab 1940 elektrischer Pendelbetrieb mit bemannter Schiebelok. Ab 1942/43 neue Richtlinien für die Beschriftung der Güter- und Reisezugwagen, tatsächlich erst nach dem 2. Weltkrieg eingesetzt (Symbole statt Klarschriften, Klassenkennzeichnungen mit arabischen statt römischen Ziffern). Ab Ende Juli 1943 Entfernung des Liktorenbündels an Triebfahrzeugen. Beachtliche Verbreitung der 3000 V Gleichstromzugförderung, mit den ersten Streckenumbauten von Dreiphasen- auf Gleichstrom. Die Gleichstromoberleitung erreicht die endgültige Form: Masten Typ M, federnde Fahrdrahthalter mit Rollen- und „Hewlett“ Isolatoren (ersetzt ab 1940 durch Doppel-Rollenisolator) oder starre Fahrdrahthalter mit Glocken-Isolator. Kettenwerksfahrleitung mit festem Tragseil und nachgespanntem Fahrdraht. 1935 – 1937 wesentliche Änderungen im Signalwesen: Das Signal „a candeliere“ wird deutlich Richtungs- und Geschwindigkeitssignal, Vorsignale gleicher Bauart werden eingeführt sowie die Geschwindigkeitstafel an Vorsignalen. Langsamfahrsignale (Warn- und Befehlszeichen) orangefarbig: das Grün bedeutet jetzt nur Gleis frei. Das Signalbuch von 1940 führt gelbe Farbe und gelbes Licht an Stelle von oranger Farbe und Licht ein. Lichtsignale mit runder Signaltafel mit großem Durchmesser und beweglicher Farbblende, Vorsignal- und Hauptsignalbaken vor ortsfesten Signalen; der Fahrdienstleiter benutzt die Befehlshandscheibe. Ab 1935 elektrische Stellwerke Typ FS mit den charakteristischen, am Empfangsgebäude angebauten Räumen. Die Eisenbahnarchitektur wendet sich einer rationalistischen Auffassung zu (Eisenbeton, roter Ziegelstein) auch für Empfangsgebäude und Stellwerke mittelgroßer Bahnanlagen. Anschriften an Gebäuden generell schwarz auf weißem Grund.
Periode c 1943 - 1949	Nach dem 8. September ist das Netz in zwei Teile getrennt. Nördlich, unter deutscher Kontrolle, verkehren auch deutsche Triebfahrzeuge, und FS-Fahrzeuge bekommen große, auf das Heimatbetriebswerk hinweisende Beschriftungen. Südlich, unter angloamerikanischer Kontrolle, gesellen sich Diesel- oder Dampffahrzeuge und Anzahl englischer und amerikanischer Güterwagen zu den FS-Fahrzeugen und werden auch in der unmittelbaren Nachkriegszeit verwendet werden. In der unmittelbaren Nachkriegszeit (1945 - 1949) beginnt der Wiederaufbau des Netzes: Entstehen von zahlreichen Behelfsbrücken und Viadukten mit hölzernen Pfeilern. Einführung der Zugschlusstafel mit weißen und roten Streifen. Reisezüge werden oft aus mit Bänken ausgerüsteten Güterwagen gebildet!

Epoche III **1949 - 1968**	
Periode a 1949 - 1956	Auf dem Gleichstromnetz wird der starre Fahrdrahthalter Standard; die früheren federnden Fahrdrahthalter bleiben trotzdem gebräuchlich. Einführung (1947/48) und Ausbreitung (50 Jahre) der durchgehenden elektrischen Heizung (REC) zwischen Triebfahrzeugen und Reisezugwagen. Eine Anzahl von Dampflokomotiven wird nach Franco-Crosti-System umgerüstet. Für den ganzen Triebfahrzeug-, (ausschließlich Dampflok), und Reisezugwagenpark wird der kastanienbraun/hellbraune Anstrich Standard (alte Reisezugwagen mit Holzkasten nur kastanienbraune Ölfarbe). Die Klassenkennzeichnungen mit arabischen Ziffern werden ab 1952 ersetzt durch erhabene Zahlen aus Aluminium. Neuer Anstrich auch für Tank- und Kühlwagen: Kasten oder Tank und Rahmen in Aluminium-Farbe.

	Ab 1949 Beseitigung der Signale mit drehbarer Scheibe oder übereinanderliegenden Doppelflügeln, der Vorsignale Typ „candeliere", der Geschwindigkeitstafeln an Vorsignalen. Neues Lichtvorsignal mit übereinanderliegenden verdunkelbaren Lichtern, ovaler Signaltafel, und Blinklichtmöglichkeit. Verminderung des Durchmessers der Signaltafel. Einführung des Anrufzeichens. 1954 neue schwarze oder graue Dienstkleidungen des FS-Personals mit Mütze in neuer, noch heute verwendeter Form.
Periode b (*) 1956 - 1968	Im Juni 1956 Beseitigung der 3. Klasse und neue Klasseneinteilung des Reisezugwagenparks. Ab 1958 durchgehender gelber, später elfenbeinfarbiger Streifen über den Fenstern der 1. Klasse-Abteile der Reisezugwagen. Ab 1957 erscheint der ausschließlich kastanienbraune Anstrich mit silbernem Dach (Standard von 1961). Ab 1958 Reisezugwagen auch mit licht/dunkelblauem Anstrich (Blauer Zug). Ab 1964 neuer schiefergrauer Anstrich, mit elfenbeinfarbigen Kennzeichnungen und neuem FS-Italia Symbol in einem Oval, ersetzt ab 1966 durch das FS-Symbol in einem Quadrat. Die obengenannten Anstriche werden bis Mitte der 70er Jahre zusammenerscheinen, während kastanienbraun, kastanienbraun/hellbraun und Blauer Zug verschwinden. Verbreitung der EUROP-Kennzeichnung, 1953 tritt die FS dem EUROP-Pool bei. Ab 1963 neue Lage der Anschriften an Güterwagen. Ab 1965 Einführung der einheitlichen internationalen Kennzeichnung, bis 1968 für die internationalen Verkehr Güter- und Reisezugwagen vollendet. Güterwagen mit FS-Kennzeichnung überleben bis Ende der '70 Jahre, Reisezugwagen bis Mitte der '80 Jahre. 1966 beginnt die Einführung von UIC X Reisezugwagen in großer Zahl (über 4000 Fahrzeuge in 20 Jahren). 1966/67 werden die letzten Reisezugwagen mit Holzkasten (ausgenommen Gepäck- und Postwagen) ausgemustert. Ab Ende der 50er Jahre Verbreitung eines neuen grau-grünen Anstrichs für Prestigefahrzeuge (Lokomotiven, ETR, Ale, Aln). 1956/57 erster TEE Verkehr mit SNCF, dann mit FS-Triebwagen (Aln 448/442), und ab 1961 auch mit schweizerischen Mehrstromtriebwagenzügen (RAe), alle in rot-elfenbeinfarbigem TEE-Anstrich. Entwicklung der Dieselzugförderung, Rangierlokomotiven in grün, Streckenlokomotiven in grün-beige. Ab 1965 beige-blau-roter Standardanstrich für-Diesel-Leichttriebwagen (Aln) Aufhebung der Dampfzugförderung auf den Hauptstrecken. Bei der Gleichstromelektrifizierung erscheinen die Masten Typ LS und, im Versuchsstadium, der neue Typ MEC mit schräger Stütze und nachgespanntem Tragseil. Einführung der langen geschweißten Schienen und Verbreitung der Weichen mit elastischen Feder-Zungen und gegossenen Blockherzstücken. Festlegung des FS-Standard-Schwellentyps in vorgespanntem Stahlbeton. Rangierhaltpflock und Vorsignal für bekannt gemachte Langsamfahrt (1959). Neue Lichtsignalbegriffe. Geschwindigkeitsbegrenzungs-Bestätigung (rappel) durch zu oberst angeordnetes, rotes Licht am Signal I. Kategorie (1961) oder durch dreieckige Geschwindigkeitstafel an den Signalen der abzweigenden Gleise. Signale I. Kategorie mit zwei oder drei übereinander liegenden runden Signaltafeln; neue, niedrige Lichtsignale mit drei Lichtern (1966). Einführung des Blinklichtzugschlusssignals (Mitte der 60er Jahre). Ab 1960 sind Orts- und Dienstangaben in Bahnhöfen auf Tafeln mit schwarzem Grund und weißen Buchstaben, die oft die vorherigen schwarzen Aufschriften auf weißem Grund ergänzen, ohne sie völlig zu ersetzen.

Epoche IV **1968 - 1989**	
Periode a 1968 - 1980	In der zweiten Hälfte der 70er Jahre endgültige Aufgabe der Dampfzugförderung, mit dem letzten planmäßigen Streckenverkehr. Neue Gleichstromlokomotiven im neuen grau-blauen Anstrich. 1976 verschwindet die 3600 V 16 2/3 Hz Dreiphasenwechselstromzugförderung. Reisezugwagen Typ Gran Confort (von 1972) mit schiefergrau-elfenbeinfarbigem Anstrich für Prestigeverkehr und rot-elfenbeinfarbigem Anstrich für TEE Verkehr. Ab 1977 UIC-Z Reisezugwagen in orange-grauem Eurofima-Anstrich. Speisewagen in TEE- oder GC-Anstrich, Selfservicewagen in grauem Spezialanstrich, Schlafwagen in TEN- oder blauem Binnenverkehrs-Anstrich mit gelben Strichen. Entwicklung von Pendelzügen mit elektrischer Zugförderung, ferngesteuerter Schiebelokomotive und Niederflurreisezugwagen. Der Güterwagenpark wird erweitert mit neuen Großraum- und Drehgestellfahrzeugen. Verbreitung des intermodalen Verkehrs (große Container, Sattelauflieger, Wechselaufbauten); ab 1969 verkehren Züge der „rollenden Autobahn“ in Italien. Neuer Fahrleitungstyp für mittlere Geschwindigkeit: Aufhängung mit ISOFLON Isolatoren, Gelenkausleger und nachgespanntem Tragseil. Charakteristischer Doppelfahrdrahthänger. In Bahnhöfen erscheinen Träger mit großer Spannweite. Hochgeschwindigkeitsoberleitung (1977 auf der Direttissima Florenz-Rom) mit Portalstützen und Aufhängung Typ MEC. Verbreitung schwerer Gleisausrüstung (Schienen UIC 60) auf Hauptstrecken mit Stahlbetonschwellen und langen geschweißten Schienen. Gleiswechselbetrieb (ab 1968/69), rechts des Gleises stehende Signale haben eine quadratische Signaltafel. Die Formsignale sind auf den Hauptstrecken fast verschwunden. Ab 1972 neue blaue oder grau-blaue FS Dienstkleidungen.
Periode b (*) 1980 - 1989	Einführung von elektronisch geregelten Lokomotiven und Leichttriebfahrzeugen in großer Zahl. Verbreitung von unfallvermeidenden Vollgeländern auf allen Rangiertriebfahrzeugen (schon ab 1977/78 begonnen). Bemerkenswerte Entwicklung von Triebfahrzeugen sowohl für elektrischen auch für Diesel-Pendelverkehr. Ab 1987 Weiterentwicklung des schnellen InterCity-Verkehrs mit der Inbetriebnahme der „Pendolino“ Züge ETR 450 in rot-grauem Anstrich. Einführung neuer pendelverkehrsfähiger Reisezugwagentypen in großer Zahl: Wagen für mittlere Strecken (MD) und doppelstöckige. Im Regionalverkehr erscheinen neue Anstriche neben den bisherigen: beige-orange-violett und rot-orange-grau. Ab 1982 erhalten die UIC-X Reisezugwagen den neuen leberrot-grauen Anstrich, der auch bei den Reisezugwagen der 50er Jahre in vereinfachter Weise angebracht wird. Ab 1981 erscheint das neue FS Logo in Raute. 1988 werden die TEE-Züge aufgehoben, die TEE-Wagen erhalten den Anstrich GC. Ablieferung von Reisezugwagen Typ Z erster und zweiter Klasse mit neuem Anstrich mit zwei grauen Farbtönen und gelben Strichen. Erweiterung der schweren Gleisausrüstung auf Stahlbetonschwellen auch an den Weichen, an den Neben- und Sekundärstrecken, an den Haupt- und Nebengleisen in Bahnhöfen. Gleisausrüstungen auf Bahnkörper ohne Schotter. Ausdehnung der Fernsteuerung auf dem Neben- und Sekundärnetz: typisch und sichtbar sind Bedienungselemente neben den Gleisen für das Zugpersonal. Neue Deckungssignale für zuggesteuerte Bahnübergänge mit vollen Schranken. Entfernungstafel vor Signalen (ab 1980). Neue Bestätigungssignale der Geschwindigkeitsbegrenzungsstufe, zur Unterstützung der Signale I. Kategorie (60/100 km/h) (ab 1980). Neue Mast-Rangiersignale ab 1983. Auf freier Strecke werden LS-Masten benutzt, im Bahnhof M-Masten, die oft Träger erheblicher Spannweite tragen, an welchen die Ausleger mit Hängestützen montiert sind. Ab 1984 verbreitet sich rasch das neue, schon ab den Jahren 1981/82 erprobte Erscheinungsbild der Anschriften auf dem ganzen Netz: auf blauem Grund weiße Ortsangaben, auf weißem Grund blaue Dienstangaben.

<table>
<tr><td>Epoche V
1989 - 2009</td><td>1989 wird die „Körperschaft“ FS durch einen staatlichen Kommissär geführt; im Dezember 1992 wird sie zu FS SpA (Aktiengesellschaft) umgestaltet.
2000 wird Trenitalia SpA. als im Wettbewerb wirkende Transportgesellschaft mit drei Divisionen (Cargo, Regio, Fahrgäste) gegründet, wie von den europäischen Normen vorgesehen.
Im Juli 2001 wird RFI SpA (Rete Ferroviaria Italiana – italienisches Eisenbahnnetz) mit dem Zweck gegründet, Netz, Verkehrssicherheit und Netzzugang der zertifizierten Transportgesellschaften zu betreiben, gemäß den Normen Europäischer Gemeinschaft.</td></tr>
<tr><td>Periode a (*)
1989 - 2001</td><td>Ab 1991 vereinfachter, ganz hellbrauner Anstrich für traditionell gesteuerte Lokomotiven und neue rot-graue, weiß-rote, grün-graue Anstriche für neu hergestellte Lokomotiven. Bei den Rangierlokomotiven werden Fußschutzbänder am Unterteil der Sicherheitsgeländer angebracht.
Der Hochgeschwindigkeitszug ETR 500 wird entwickelt. 1995/96 werden neue Neigezüge, alle mit grau-rotem Anstrich in Betrieb gesetzt: die Pendolino ETR 460, die Mehrsystem-ETR 460P für den Betrieb zwischen Italien und Frankreich und 1997/98 die ETR 480, mit denen der „EuroStar-Italia“-Verkehr (Logo schon ab 1995/96 angebracht) beginnt. 1996/97 werden die ETR 470 mit blau-grün-grauem Anstrich für den „Cisalpino“-Verkehr nach der Schweiz, später auch nach Deutschland, geliefert. 1996/97 beginnt der „Artesia“-Verkehr mit ETR 460P und SNCF TGV nach Frankreich.
In der zweiten Hälfte der Periode beginnen ausführliche Rekonstruktionsarbeiten für Speise-, Schlaf-, Liege- und UIC Reisezugwagen sowie für Regioverkehrsfahrzeuge. Ab 1999 auffällige Busklimaanlagen an zahlreichen Fahrzeugen.
Ende 1994 wird die neue Graphik des Geschäftserscheinungsbildes vorgestellt. Ab 1995 beginnen das neue FS Logo und die neue XPMR-Anstriche auf den Fahrzeugen sichtbar zu werden. Besonders auf Lokomotiven hat die Anordnung der Standardfarben „Pantone“-grün, grau, blau, rot zahlreiche Varianten. 1999/2000 kommt man zu endgültigen Ergebnissen und, dank Antigraffiti-Klebefilmen, zu ihrer schnellen Verbreitung; ab 1995 beachtliche Verbreitung von Werbeanstrichen.
Ab 2001 erscheint auch die Beschriftung TRENITALIA auf Fahrzeugen.
Dank Mitarbeit von Vereinigungen oder Privatpersonen verkehren historische Fahrzeuge (Dampf-, Diesel-, Elektrotriebfahrzeuge und Reisezugwagen) mit Anstrichen aller Epochen der FS-Geschichte. Ab 1999 versieht Trenitalia auch im Regelverkehr fahrende Triebfahrzeuge wieder mit „historischen“ Anstrichen.
Ab 1991 Änderungen der internationalen Kennzeichnung der Güterwagen.
Weitere Verbreitung der zentralen Fernsteuerung (CTC) an Neben- und Sekundärstrekken, mit entsprechendem beinahe Verschwindung der Formsignale.
Zunahme von nicht mit Personal besetzten Anlagen, mit Signalen mit leuchtenden Buchstaben P und ab 1994 auch A und D (Lokalzugleitungsstrecken mit BA, BCA und BEM). Ab 1999 Einführung von Gleisabschnitt-Signalen bei Ein- und Ausfahrten (Tafeln EST., INT.).
Ab 2001 neue Zugschlusstafel für Wendezüge.
Anwendung von Weichen mit beweglichem Herzstück und von hydraulischen Weichenantrieben.
Ortsangaben (auf blauem Grund mit weißen Buchstaben) nach der neuen XPMR Graphik, noch beschränkte Verbreitung.</td></tr>
</table>

Periode b 2001 - 2009	Neben Trenitalia beginnen Gütertransportunternehmen mit eigenen oder gemieteten Triebfahrzeugen in Konkurrenz zu ihr zu fahren (FNM Cargo, RTC, SFM-Railion, DFG, SNCFfret, Sistemi Territoriali, Linea, SBBcargo Italy, GTS, ACT\FER, Sangritana, RailOne, CrossRail, Veolia, usw.), die die Anstriche der jeweiligen Bahn- oder Leasing-Gesellschaften (z.B. Dispolok) tragen. Außer den für das italienische Netz mit 3 kV= bestimmten Triebfahrzeugen werden Mehrspannungsloks ab Mitte des Jahrzehntes regelmäßig verwendet (hauptsächlich Siemens, Bombardier und Alstom), die im internationalem Verkehr benutzt werden können. Die ersten beschränkten Dienste dieser Art gehen auf das Jahr 2001 (Güterdienste zwischen Frankreich und Italien über Modane) und 2003 (zwischen Italien und Slovenien über Villa Opicina) zurück. Rückgang des Einzelwagengüterverkehrs zugunsten spezialisierter Ganzzüge, große Entwicklung des Intermodalverkehrs. Ab 2006 neue Kennzeichnung der Güterwagen, sowohl der Staats- und Privatbahnen als auch der privaten Wagenbesitzer und ihrer Verwaltungen im internationalem Verkehr nach Cotif/TSI UE-Bestimmungen (Regime RIV/TEN), welche die RIV ersetzt haben. **Neue Fahrzeuge im Regionalverkehr sowohl mit elektrischen als auch thermischen Antrieben** (Lok E.464 auch in der Vivalto Farbkleidung), Vivalto Doppelstockwagen (2005), Diesel- und elektrische Minuetto Leichtzüge (2005), neue TSR Doppelstockzüge (2008). Die Zuständigkeit für den Lokalverkehr geht auf die Regionen über. In Zusammenarbeit mit Trenitalia, Geschäftsführung auch durch andere lokale Gesellschaften, normalerweise mit regionalem Kapital, die eigenes Personal anstellen und eigene Fahrzeuge (nicht immer gleichartige wie Trenitalia, wie die FLIRT von Stadler, die ATR.220 von Pesa, usw.) mit eigener Farbgebung (GTT, Le Nord, SAD, Sistemi Territoriali, FER, LFI\TFT, FCU, Ferrovie Garganiche, usw.) oder im Trenitalia-Park eingestellte eigene Fahrzeuge mit besonderer Farbgebung (Minuetti der Provinz Trient zum Beispiel). verwenden. Ab 2004 auch internationale Zusammenarbeit im Regionalverkehr mit der Schweiz (Tessin und Lombardei) durch die TILO Gesellschaft: am Anfang sowohl FS- als auch SBB-Fahrzeuge mit besondere TILO Farbgebung, ab 2008 im Tessin-Lombardei-Verkehr nur SBB Stadler Mehrstromelektrotriebfahrzeuge mit TILO Farbgebung. Anfang und Konsolidierung des neuen Hochgeschwindigkeitsverkehrs AV (alta velocità) auf eigenen Strecken, die mit dem übrigen Netz verbunden sind: Roma – Napoli (2005), Napoli – Salerno (2009), Torino – Novara (2006), Novara – Milano (2009), Milano – Bologna (2008), Bologna – Firenze (2009). Ergänzung des AV-Parks (Verbesserung der ETR.500, Zweisystem-Lok E.404 mit passenden Reisewagen, Umbau der Triebzüge Pendolino in Zweisystem-ETR.485; neues Farbgebungs-Schema AV ab 2006 und dann Frecciarossa ab 2008, neue Neigezüge ETR.600). Merkmale der AV-Netzes sind: Gleis mit 2,6 m Spannbetonschwellen, elastische Schienenbefestigungen, Schlagschotter, Weichen mit beweglichem Herzstück, neue Systeme, die mit absoluten waagrechten und senkrechten Messungen die Strecke prüfen und die Gleisabsteckung in Bögen überflüssig machen, Elektrifizierung mit 25 kV einphasigem Wechselstrom und Kettenfahrleitung mit schrägen Auslegern und Seitenhaltern aus Aluminium, Masten Typ LS, die nicht mehr eingerammt werden, sondern mit Verankerungsflanschen am Fuß an im Fundament einbetonierten Gewindebolzen festgeschraubt werden. Zugüberwachungssystem ETCS\ETRMS mit "Signalisierung" ausschließlich im Triebfahrzeug, ohne ortsfeste Signale, die durch Merkzeichen ersetzt werden, welche die Haltepunkte identifizieren (Blockabschnittgrenze, Bahnhofseinfahrt, Bahnhofsausfahrt). **Auch bei traditionellen Strecken** mit 3 kV= Elektrifizierung beginnt die Verwendung der Masten mit Flanschen LS (bemerkenswerte Verwendung von H-Masten mit Flanschen auf dem Netz von Ferrovie Nord Milano) und die zunehmende Beseitigung der Gleisabsteckung in den Kurven. Einsatz von Spannbetonschwellen, um in praktisch allen Weichentypologien und auch in den Kurven mit weniger als 275 m Radius die Holzschwellen zu ersetzen. Lange geschweißte Schienen auch in Kurven mit weniger als 300 m Radius mit entsprechenden Ankerungen in Schwellenmitte (ein optischer Effekt wie ”Punktkontakte”).

	Im RFI-Netz generelle Anwendung der schon seit 2000 erprobten Bahnhofsanschriften (Kennzeichnendes Merkmal: Verwendung von weißen Kleinbuchstaben auf lasurblauem Grund RAL5002). Auf der Hochgeschwindigkeitsstrecke Rom – Florenz neue 3 kV= Oberleitung für V_{max} 250 km/h mit Auslegern und Spurhaltern aus Aluminium neuer Konstruktion, In den mit SCC (Sistema Comando Controllo) ferngesteuerten Bahnhöfen, neue Weichen-Stellungsanzeigern für Bewegungen als Sperrfahrt bei Störungen und Verbreitung des Anfahrsignals (typisch italienisches Ersatzsignal) bei den Ausfahrtsignalen. Einsatz des SCMT-Systems (Sistema Controllo Marcia Treno, Zugsicherung) auf großen Teilen des Netzes mit Balisen zwischen den Schienen. Auf Nebenstrecken dagegen Verwendung des SSC-Systems (Sistema di Supporto alla Condotta) mit an den Signalen angebauten “Transpondern” (ähnlich zu dem Telepass der Autobahn). **Im Fernreiseverkehrsdienst** am Ende des Jahrzehntes Rückgang der internationalen Verbindungen und des Intercity-Binnenverkehrs, sowohl bei Tag als auch nachts, zugunsten von Verbindungen des Hochgeschwindigkeitsnetzes und seinen Ergänzungen (Pendolino Frecciargento, ETR.500 Frecciarossa): Umgestaltung der ESCI Dienste zu Frecciabianca, die von Loks E.414 (Umgestaltung der Einspannungs- E.404) und von, im Inneren völlig erneuerten und mit einer neuen roten und grauen Farbkleidung versehenen IC-Reisezugwagen gekennzeichnet sind. **Im internationalen Reiseverkehr** beginnen bereits bestehende Joint-Venture Gesellschaften eigene Verkehre, bis Ende des Jahrzehnts gehen sie wieder unter. **Cisalpino** vermehrt die von ihr betriebenen Verbindungen und verwendet auch normales Rollmaterial, Mehrstromsloks inbegriffen, mit besonderer Farbgebung in Erwartung neuer Neigetechnik-Leichttriebzüge (ETR.610). Jahr 2009 endet die internationale Kooperation zwischen FS und SBB mit Auflösung der Cisalpino-Gesellschaft. **Artesia** (FS SNCF) führt ab 2005 eine besondere Farbgebung für die im Nachtverkehr verwendeten Reisezugwagen normaler Bauart ein. Jahr 2011 Auflösung der Gesellschaft. **Der Bestand und die Vielfalt des historischen, verkehrsfähigen Parks** werden mit einer beachtlichen Entwicklung, insbesondere für Reisezugwagen und Elektroloks, gefestigt; Verwendung aller Farbschemata der vorigen Epochen. Ab 2002 **neue Dienstkleidungen**: RFI Jacke und Mütze blau, Hosen grau; Trenitalia Jacke grün, Hosen und Mütze dunkelblau. Ab 2008 "Wiedervereinigung” der Gruppe: das FS Symbol übernimmt die Landesfarben (weiß, rot, grün), neue Dienstkleidungen für das Eisenbahnpersonal der Gruppe, ohne Unterschiede zwischen den einzelnen Gesellschaften des Konzerns (Jacke dunkelblau mit roten Leisten, Hosen anthrazitdunkelgrau, Mütze dunkelblau mit der FS-Tresse in den neuen Farben).
Epoche VI **ab 2010**	Außer Trenitalia beginnen Personentransportunternehmen (LeNORD-ÖBB-DB, Arenaways, Italo, usw.) im Wettbewerb mit dieser mit eigenen Triebfahrzeugen sowohl im internationalen wie im nationalen Verkehr zu fahren. Gründung von Joint-Ventures zwischen Trenitalia und regionalen Unternehmen, Fahrzeuge mit bestimmter Farbgebung und Logo (z.B. TRENORD in Lombardei). Zunehmende Ausmusterung aller Gruppen der noch im Betrieb stehenden Elektro-Triebfahrzeuge mit Widerstands-Steuerung (E.444, E.655, E.656, usw.). Bei traditionellen Strecken mit 3 kV= Elektrifizierung werden die neuen waagerechten Ausleger mit vereinfachter und leichterer Aufhängung, alle aus Aluminium (Ausleger Omnia) ab 2010 erprobt. Ab 2011 neue Benennung der FS Gruppe: Ferrovie (dello Stato) Italiane. Ab Februar 2011 tritt Trenitalia mit besonderen Gesellschaften in den internationalen Verkehrs-Wettbewerb ein, wie z.B. Thello (Trenitalia + Veolia) für die Nachtverbindungen Italien – Frankreich. Konzentration des Güterverkehrs in Intermodalbahnhöfen, großen Umschlagplätzen und Güterbahnhöfen und Gleisanschlüssen mit Mindestverkehrsaufkommen, die höher als die der vorigen Epochen sind.

1. Einleitung

Gestützt auf NEM 800, Ziffer 2 werden die Epochen und deren Perioden für die Niederlande wie folgt festgelegt und beschrieben:

2. Epochen- und Periodenübersicht

Bezeichnung und Zeitraum	Charakteristik
Epoche I 1839 - 1925	Langsamer Aufbau des niederländischen Eisenbahnwesens durch Privatgesellschaften. Der Staat hielt sich anfangs zurück; erst seit 1863 gibt es auch Staatsbahnen. Bis 1864 gab es Breitspurbahnen (2000 mm zwischen den Schienenmitten).
Periode a 1839 - 1890	Gründung von Privatgesellschaften: HIJSM (Hollandsche IJzeren Spoorweg-Maatschappij, oft abgekürzt HSM) 1837, NRS (Nederlandsche Rhijnspoorweg-Maatschappij) 1845, NCS (Nederlandse Centraal-Spoorweg-Maatschappij) 1860, Gründung der SS (Maatschappij tot Exploitatie van Staats Spoorwegen) 1863 und der NBDS (Nord-Brabantsch Duitsche Spoorweg Maatschappij) 1869. Zugförderung nur durch Dampftraktion. Der Staat baut Bahnhofsgebäude in fünf Klassen. Zeitalter der farbenfrohen Eisenbahn-Gesellschaften. Jede Bahnverwaltung hat ihr eigenes Streckennetz. Durchgehende Druckluftbremse für Reisezüge.
Periode b 1890 - 1917	Konkurrenz der Gesellschaften untereinander. Übernahme der NRS durch die SS. Erste Bahnstrecke mit elektrischer Zugförderung.
Periode c 1917 - 1921	HIJSM und SS gründen 1917 die Interessengemeinschaft Nederlandsche Spoorwegen (NS). Übernahme der NCS durch die SS. Die NS wendet das HIJSM-Signalsystem an, Traktion nach SS-Vorschriften.
Periode d 1921 – 1925	Ende der Farbvielfalt der einzelnen Gesellschaften. Einführung der dunkelgrünen Farbgebung und des NS-Nummernschemas. Langsamer Beginn der Verbrennungsmotortraktion und des elektrischen Betriebes. Bau von Reisezugwagen mit stählernen Aufbauten. Bedeutende Verringerung der Zahl der Dampf-Bahnbetriebswerke. SS-Signale werden von der linken Seite an die rechte Seite des Gleises versetzt. Unbewachte Bahnübergänge erhalten Andreaskreuze.

Bezeichnung und Zeitraum	Charakteristik
Epoche II 1925 - 1947	Elektrifizierung aller Hauptstrecken im Westen und in der Mitte der Niederlande. Stillegung von unrentablen Strecken. Stromlinienverkleidete Fahrzeuge.
Periode a 1925 - 1934	Inbetriebnahme von Dampflokomotiven der Reihen 3900, 6100 und 6300. Elektrifizierung der Hauptstrecken im Westen. Beschaffung von elektrischem Zügen „Materiaal '24". Internationale Luxus-Reisezüge wie Etoile du Nord, Rheingold und Edelweiß-Express verkehren in den Niederlanden. Nach Einführung der durchgehenden Druckluftbremse bei Güterzügen (1934) werden allmählich die Bremserhäuser abgebaut.
Periode b 1934 – 1939	Wachsende Konkurrenz vom Straßenverkehr, erste Stilllegung von Linien und Bahnhöfen. Inbetriebnahme von Stromlinien-Triebwagenzügen. Änderungen bei Signalbildern: „Vorbeifahren zulässig" von weißem zu grünem, „Warnung" von grünem zu gelben Licht (1934). Gründung der N.V. Nederlandsche Spoorwegen (A.G.) am 1. Januar 1938.
Periode c 1939 - 1947	Allgemeine Mobilmachung im August 1939. Zugverkehr nicht mehr nach normalem Fahrplan durchgeführt. Aluminiumfarbige Dächer werden dunkel gestrichen. Zweiter Weltkrieg. Nach dem Krieg Beschaffung ausländischer Dampflokomotiven. Lichtsignale nach dem Signalsystem 1946 werden in Betrieb genommen.

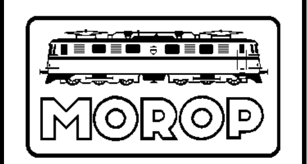
Bezeichnung und Zeitraum	Charakteristik
Epoche III 1947 - 1968	Modernisierung der Eisenbahn. Elektrifizierung aller Hauptlinien. Beschaffung von dieselelektrischen und elektrischen Lokomotiven und Triebwagenzügen. Erneuerung der dieselelektrischen Triebwagenzüge. Geänderte Farbgebung des Rollmaterials. Postzüge in eigenem Umlauf. Änderung der Klasseneinteilung. Automatische Zugsicherung.
Periode a 1947 - 1953	Elektrifizierung wird auf alle Hauptlinien ausgedehnt. Ablieferung von neuen elektrischen und dieselelektrischen Lokomotiven sowie Reisezugwagen in türkisfarbigem Anstrich. Stromlinien-Triebwagenzüge werden weiter beschafft.
Periode b 1953 - 1958	Neues Farbgebungsschema (1954): Elektrische Lokomotiven und Reisezugwagen dunkelblau („Berlijns blauw" oder „Königsblau"), Elektrotriebwagenzüge grün („Smaragdgrün" oder „Rasengrün"), Dieseltriebwagenzüge hellblau (1958: rot). Reisezugwagen mit hölzernen Aufbauten werden ausgemustert. Erste Triebwagen vom Typ „Hondekop". Einführung von Trans-Europ-Express-Zügen (TEE) 1957. Einführung des Zweiklassensystems im Reiseverkehr (1956). Taktfahrplan auf allen Strecken. Die Inbetriebnahme der Diesellokomotiven der Baureihen 2200 und 2400 bedeutet das Ende der Dampftraktion (1958). Einführung der Signalordnung „Seinreglement 1954" und von Tageslichtsignalen '54.

Bezeichnung und Zeitraum	Charakteristik
Periode c 1958 – 1968	NS-Betrieb ist defizitär. Neue Diesel- und Elektrotriebwagenzüge ersetzen das Vorkriegsrollmaterial. Die letzten stählernen Abteilwagen werden aus dem Dienst genommen. Die Klassentafeln entfallen auf den Wagen der 2. Klasse des Inlandsverkehrs. Inbetriebnahme von Posttriebwagen und Reisezugwagen für den „Nachbarland-Verkehr". Nummerierung der Wagen nach UIC-Normen (Güterwagen 1965, Reiszugwagen 1968). Erste Züge mit Containern (Großbehälter). Einführung der Frontsignale mit drei Lichtern (1963). Nur noch Dampfbetrieb in den Grenzbahnhöfen (ausländische Lokomotiven). Erste Museumsbahnen; am Anfang wird mit Dampftraktion gefahren.

Bezeichnung und Zeitraum	Charakteristik
Epoche IV 1968 - 1989	Einführung des NS-Hausstils. Modernisierung des Nachkriegsrollmaterials. Einsatz von Wendezügen. Verschwinden des klassischen Signalwesens und der handbedienten Schranken an Bahnübergängen.
Periode a 1968 - 1978	Betriebsplan „Spoorslag 70" (allgemeiner Plan zur Modernisierung und Ergänzung des Eisenbahnnetzes und Verdichtung des Taktverkehrs auf Hauptstrecken), neuer Hausstil: Gelb-grau für Lokomotiven, gelb für Nahverkehrszüge, gelb-blau für Intercity-Züge, neues Logo und Piktogramme, Werbung auf Zügen. Abermals Erneuerung des rollenden Materials: Triebwagenzüge „Sprinter" und die Prototypen des Triebwagenzugs „Koploper". Benelux-Wendezüge (Amsterdam - Rotterdam - Antwerpen - Brüssel) mit belgischen Mehrspannungslokomotiven auf dem NS-Netz. Schließung vieler Lade- und Entladestellen des Güterverkehrs. Die automatische Sicherung von Bahnübergängen (AKI) erhält ein weißes und zwei rote Lichter (1969).
Periode b 1978 – 1989	Modernisierung älterer elektrischer Lokomotiven. Beschaffung der elektrischen Lokomotiven Reihe 1600, Triebwagenzüge „Wadloper" und „ICM-3" sowie Reisezugwagen „ICR" für Intercity-Verkehr und „Dubbeldekker" (Doppelstockwagen für Nahverkehr). Neue Benelux-Wendezüge in rot-gelb. Ausmusterung alten Stromlinien-Rollmaterials und alter Reisezugwagen der fünfziger Jahre. Lokbespannte Nahverkehrszüge verschwinden von den nicht elektrifizierten Strecken. Güterwagen erhalten geänderte Gattungsbezeichnungen (1981). Neuer Rangierbahnhof Kijfhoek süd-östlich von Rotterdam. Einführung rechnergesteuerter Sicherungssysteme. Abbau der klassischen Signale.

Bezeichnung und Zeitraum	Charakteristik
Epoche V 1989 - 2005	Außerbetriebssetzung der alten DE-Lokomotiven der Reihen 2201 - 2350 und 2401 – 2530. Sie werden durch neue MAK-Krupp DE-Lokomotiven der Reihe 6401 - 6520 ersetzt. Inbetriebnahme der E-Lokomotiven der Reihe 1701 - 1781 und von Doppelstock-wagen für Nahverkehrs-Wendezüge. Starke Zunahme des Personenverkehrs. Reisezugwagen werden von SNCB/NMBS und DB gemietet. Versuchsreihe E-Triebwagen 2101 - 2109, eingestuft als SM90. Doppelstock-E-Triebwagen IRM (InterRegioMaterieel) als 3- und 4-teiliger Gliedertriebzug. Entwicklung von Plänen für Schnellfahrstrecken (HSL). Fortsetzung der Sanierung des Güterverkehrs mit 'Plan Rail Cargo 21'. Letzte Flügelsignale verschwinden. Angefangen wird mit der Privatisierung der Staatseisenbahn. Die Hauptaufgaben Personen- und Güterbeförderung werden aufgeteilt in NS Reizigers (NSR) und NS Cargo.
Periode a 1989 - 2000	*(1991)* Letzte Lokomotiven der DE-Baureihe 2401-2530 gehen außer Betrieb. 50 Stück sind an die SNCF verkauft worden. *(1992)* Die 1985 angefangene Studie für eine neue Bahnlinie, nur für den Güterverkehr zwischen Rotterdam-Hafen und Deutschland, wird 1992 mit dem Bau der Betuweroute umgesetzt. *(1993)* Z-Stellung der letzten Hondekop-Triebwagen. Einstufung der letzten Teilserie Koploper E-Triebwagen 4231 - 4250. *(1996)* Ablieferung der zweiteiligen DM90-Dieseltriebwagen (Buffel). Z-Stellung der E-Lokomotiven der Reihe 1200. Einige davon werden vom Güterverkehrsunternehmen ACTS übernommen. (*1999*) Definitive Aufteilung des Personen- und Güterverkehrs in NSR und NS Cargo. Die Lokomotiven 6401 – 6520 und 1601 – 1637 werden NS Cargo zugeteilt. Die Lokomotiven 1638 – 1658 werden NSR zugeteilt und umnummeriert in 1838-1858.
Periode b 2001 – 2005	(*2001*) Ab dem 10. Juli 2001 wechselt die Strecke Arnhem - Zevenaar – Doetinchem vom Betreiber NSR zu Syntus. Gefahren wird mit Lint 41 und von den NSR geleasten DM90-Dieseltriebwagen. Ausnahmsweise werden ab dem 24. August wegen Außerbetriebnahme der ICE-3M der DB AG und NS Internationaal Ersatzzüge Amsterdam - Emmerich mit E-Triebwagen Plan T aus dem Jahre 1964 gefahren. Inbetriebnahme von 150 ICK-Wagen, ehemalige Bm der DB AG, umgebaut von PFA Weiden. Die NS Cargo-Lokomotiven 1634 – 1637 kehren zurück zu NSR und werden renummeriert in 1834 - 1837. (*2002*) Verlängerung der Doppelstock-ET IRM mittels Zwischenwagen. IRM 3 wird VIRM 4, IRM 4 wird VIRM 6. Die von DB AG gemieteten ABm und Bm kehren 2002 zurück. Im Juni wird der erste verlängerte 6-teilige Doppelstocktriebwagen VIRM 6 in Betrieb genommen. (*2003*) Die ET Sprinter 3 werden renoviert und mit den Farben der City-Pendel ausgestattet und deswegen Vlaflip genannt. Für die Betreuung des Netzes wird ProRail gegründet und dem Verkehrsministerium zugeteilt. Die von SNCB/NMBS gemieteten K4- und ehemaligen SNCF-Wagen kehren zurück nach Belgien. Der erste komplette Neubau-VIRM 6 (gebaut bei der Bombardier-Gruppe) wird in Betrieb gesetzt. Ab dem 15. Dezember (Fahrplanwechsel) fährt CityNightLine ab Amsterdam mit gemieteten Wagen von NS Internationaal. Die ICR Bkd werden revidiert, zu Steuerwagen BDs umgebaut und fahren mit Lokomotiven der Reihe 1700. Die 3-teiligen DE-Triebwagen Plan U werden nach und nach abgestellt.

Bezeichnung und Zeitraum	**Charakteristik**
Epoche VI ab 2005	Die Privatisierung der NS ist vollzogen worden und die Neubaustrecken sind fertig gestellt worden. Inbetriebnahme neuer Reisezugfahrzeuge bei NSR und Privatbetreiber. Die Zahl der Privatanbieter in Bereich Güterverkehr wächst schnell im Hinblick auf die Inbetriebnahme der Betuweroute.
Periode a ab 2005	(*2005*) Die Lokomotiven der Baureihen 6400 – 6500 und 1600 erhalten Railion NL-Beschriftung. Die Lokomotiven des Inselbetriebes Zeeuws-Vlaanderen werden gegen remotorisierte Railion NL-Maschinen der ehemaligen Baureihe V100 der DR ausgetauscht. Die für den Güterverkehr bestimmte Strecke ab Rotterdam-Hafen ist mit 25 kV elektrifiziert worden. Die Lokomotiven der Reihe 185 (DB AG) und vergleichbare aus der Traxx-Familie haben die Zulassung in NL bekommen. Zulassung auch für die DB AG-Reihe 189 in den Niederlanden und damit alle typengleichen Versionen. Die Prototyp E-Triebwagen SM90 mit den Nummern 2101 - 2109 werden ausgemustert und verschrottet. (*2006*) Änderung der UIC-Nummerierung nach Staat und Traktionsart. Inbetriebnahme von 'Spurt' GTW mit DE-Antrieb des Betreibers Arriva. Arriva fährt auf den Nebenlinien im Norden der Niederlande. Ab dem 10. Dezember fährt der Betreiber Veolia auf der Maaslijn die Verbindung Roermond - Venlo - Boxmeer - Nijmegen. Angefangen wird mit Leasing-Fahrzeugen von NSR der Typen DH 1 und DH 2 (Wadloper). Connexxion wird neuer Betreiber auf der Strecke Ede-Wageningen – Barneveld – Amersfoort (Kippenlijn, 'Hühner-strecke'). Gefahren wird mit ET Plan V (NSR lease). Die Strecke wird umbenannt und heißt Valleilijn. (*2007*) Railion GmbH wird DB Schenker mit 2% dänischem, 6% niederländischem und 92 % deutschem Kapital. Ab September ersetzen Protos-Triebwagen von der Fahrzeugtechnik Dessau die von NSR geleasten Plan V ET bei Connexxion auf der Valleilijn. Die Inbetriebnahme der Schnellfahrstrecke HSL-Zuid wird um mindestens 3 Jahre verzögert. Ab 16. Dezember (Fahrplanwechsel) fährt Arriva auf dem westlichen Teil der Betuwelinie mit E-Triebwagen Plan V (von NSR geleast). Die westliche Strecke wird in Merwede-Linge-Lijn umbenannt. (*2008*) Der Betreiber Veolia nimmt auf der Maaslijn DE GTW in Betrieb und verabschiedet sich von den Wadlopers Typen DH 1 und DH 2. Eröffnung der Güterverkehrsstrecke Betuweroute. Probefahrten auf der Schnellfahrstrecke HSL-Zuid bis 330 km/h. Inbetriebnahme der von Stadler gebauten ET GTW 2/6 und GTW 2/8 durch die Betreiber Arriva (Merwede-Linge-Lijn) und Veolia (Heuvellandlijn, Linie Maastricht - Kerkrade). Die Wagenkästen sind identisch mit denen der DE-Ausführung. Die Railion NL (Russenschreck) 232.9 werden nicht mehr eingesetzt. (*2009*) Inbetriebnahme der neuen ET, die auf der DB AG-Familie 423 basieren. Die für die NSR bestimmten Fahrzeuge, 4- und 6-teilig, sind ET für Kurzstrecken ohne Toilette. Hauptlieferant ist Bombardier und fertigt die 4-Wagen-Version und Siemens fertigt die 6-Wagen-Version. Die neuen Triebwagen sind zur Ablösung von ET Plan T und Plan V vorgesehen.



Normen Europäischer Modellbahnen

Eisenbahn – Epochen in Polen

NEM 825 PL

Empfehlung **Ausgabe 2007**

1. Einleitung

Gestützt auf NEM 800, Ziffer 2 werden die Epochen und deren Perioden für Polen wie folgt festgelegt und beschrieben:

2. Epochen und Perioden

Bezeichnung	Zeitraum	Charakteristik
Epoche I	**1842-1918**	**Erste Eisenbahnstrecken auf polnischem Gebiet. Bau der Eisenbahn durch private Aktiengesellschaften. Entstehung der staatlichen Eisenbahnverwaltungen**
Periode a	1842 - 1871	Bau der ersten Eisenbahnstrecken auf dem Polengebiet (Strecke Breslau – Olawa, Warschau-Wiener Eisenbahn, Krakau-Oberschlesische Eisenbahn). Aktiengesellschaften.
Periode b	1871 - 1918	Vereinheitlichung des Fahrzeugparks. Verstaatlichung der privaten Eisenbahnstrecken.

Epoche II	**1918 -1945**	**Übernahme der Eisenbahn von den Annektierungsländern. Organisierung des polnischen Eisenbahnwesens. Umbau des Eisenbahnnetzes (Bau von neuen Strecken). Polnische Fahrzeugkonstruktionen. Anfänge der Elektrotraktion.**
Periode a	1918 - 1926	Periode der Festigung der Grenzen und Umstationierung des Fahrzeugsparks. Fahrzeuge gekennzeichnet noch mit den Merkmalen der Annektierungsländer, aber unter polnischer Verwaltung.
Periode b	1926 - 1939	Gründung der PKP (Polnische Staatseisenbahnen). Fahrzeuge gekennzeichnet mit dem Adler mit Krone und dem Eigentumsmerkmal der PKP. Bau der ersten Ganzstahlpersonenwagen polnischer Konstruktion (1928).Einführung einheitlicher Vorschriften zur Kennzeichnung bei PKP (1930). Einführung von Schnellverbrennungstriebwagen bei PKP (1934). Elektrifizierung des Warschauer Eisenbahnknotens. Erste elektrische Lokomotiven bei PKP (1936).
Periode c	1939 - 1945	Der Krieg. Übernahme der Eisenbahn durch das Deutsche Reich. Eingliederung der früheren preußischen Direktionen in die Strukturen der deutschen Eisenbahnen. Bildung der Ostbahn auf dem Gebiet des Generalgouvernements.

Epoche III	1945 -1968	**Wiederaufbau der Eisenbahn von den Kriegszerstörungen. Herstellung neuer Fahrzeugbauarten. Wiederaufbau der Elektrotraktion. Einführung der Dieseltraktion bei PKP.**
Periode a	1945 - 1951	Neue Dampflokbaureihen, entwickelt nach den Vorkriegsbauarten und den gekauften amerikanischen Konstruktionen. Bau von Wagen, entwickelt überwiegend anhand der Kriegsbauarten. Der Adler im Wappen verliert die Krone.
Periode b	1951 - 1956	Polnische Wagenkonstruktionen. Wiederaufbau der Elektrotraktion. Erste Diesellokomotiven bei PKP. Einführung neuer Kennzeichnungen auf den PKP-Güterwagen (1951).
Periode c	1956 - 1968	Beendigung der Dampflokherstellung für PKP. Aufhebung der 3. Wagenklasse (1956). Die Wagen verlieren den Adler. Einführung der elektrischen Heizung bei den PKP-Personenwagen (1957). Ganz neue Regeln zur Platzierung der Beschriftungen auf den Personenwagen (1958). Einführung der Doppelstockwagen (1959). Beginn der Herstellung von Reisezugwagen einer neuer Generation nach Standard Y nach UIC polnischer Konstruktion (1964).

Bezeichnung	Zeitraum	Charakteristik
Epoche IV	1968 -1989	**Einführung der Nummerierung gemäß UIC. Intensive Elektrifizierung der Strecken. Rückgang der Dampftraktion. Die Zeit der höchsten Transportleistungen in der PKP-Geschichte.**
Periode a	1968 - 1974	Die Lokomotiven werden mit großen Laternen ausgestattet. Einführung eines einheitlichen Systems zur Nummerierung der Güter- und Personenwagen nach UIC (1968). Doppel-Gattungskennzeichnung der Güterwagen. Höhepunkt eines Intensiven Rückzuges aus dem Betrieb von Güter - und Personenwagen der Vorkriegsbauarten.
Periode b	1974 - 1980	Höchste Transportleistungen bei PKP 1977-1978. Bau der Zentralen Eisenbahnmagistrale. Zeit einer sehr intensiven Elektrifizierung der PKP-Strecken. Bau der ersten Reisezugwagen UIC-Z2 polnischer Konstruktion (1980).
Periode c	1980 - 1989	Zeit der Stagnation und des allmählichen Rückgangs der Beförderungsleistungen. Einführung neuer Buchstaben-Kennzeichnungen und Nummernbereiche nach UIC bei den Güterwagen (1980) und ganz neuer Buchstaben-Kennzeichnungen bei den Personenwagen (1985).
Epoche V	1989 -	**Umstrukturierung der PKP. Drosselung der Eisenbahninvestionen. Anpassung der Strecken für höhere Geschwindigkeiten. Auftreten der Privatbetreiber auf dem Netz PKP.**
Periode a	1989 - 2001	Einführung eines neuen Farbschemas der PKP-Reisezugwagen. Gelber Anstrich der Lokomotivstirnseiten. Lubuska Regionalbahn. EC -und IC-Züge. Beendigung des Planbetriebes mit der Dampftraktion. Bau der ersten Reisezugwagen UIC-Z1 polnischer Konstruktion. Neue Konstruktionen polnischer Schienenbusse.
Periode b	2001 –	PKP Aktiengesellschaft. Privatbetreiber. Privatisierung der PKP-Schmalspurbahnen. Einführung des neuen Farbkonzeptes für Reisezugwagen der Gesellschaft PKP Intercity (2003).

Anlagen-Module
Allgemeines

Empfehlung **Ausgabe 2008**
(Ersetzt Ausgabe 1990)

1. Definition

Module im Sinne dieser Norm sind transportable Anlagen-Teilstücke bestimmter Größe mit genormten Anschlussflächen, die sich beliebig kombinieren und zu betriebsfähigen Anlagen zusammensetzen lassen.

2. Allgemeingültige Anforderungen

2.1 Das Modul muss als verwindungssteifer Kasten ausgebildet sein.

2.2 Die Oberkanten der Anschlussflächen können eben sein oder ein Geländeprofil aufweisen. Sofern das Geländeprofil auf eine einseitige Betrachtung ausgerichtet ist, wird die dem Betrachter zugewandte Seite des Moduls mit „Südseite" oder „vorn", die entgegengesetzte Seite mit „Nordseite" oder „hinten" bezeichnet.

2.3 Die Anschlussflächen erhalten entweder 2 bis 3 Bohrungen zur Verbindung der Module mittels Schrauben und Muttern oder Passstifte sowie Öffnungen zum Ansetzen von Schraubzwingen. Eine weitere Öffnung dient der Kabeldurchführung.

2.4 Die Messhöhe für niveaugleiche Übergänge an den Modulenden ist die Schienenoberkante. Es wird eine Höhe von 100 bis 130 cm empfohlen.

2.5 Die Standbeine der Module sind abnehmbar oder klappbar zu gestalten und sollen eine Verstellbarkeit aufweisen, die einen Höhenunterschied von ± 2,5 cm ausgleichen kann.

2.6 Die Unterseite des Moduls soll eben sein, um auch eine Auflage auf Tischen zu ermöglichen.

3. Größe und Form der Module

3.1 Die Breite des Moduls wird in der Regel durch die genormte Anschlussfläche bestimmt. Die Länge des Moduls soll ein Vielfaches der Breite betragen und wird meist durch die verfügbaren Transportmöglichkeiten bestimmt.

3.2 Man unterscheidet Streckenmodule (Gerade und Bogen), Bahnhofs-, Übergangs- und Verzweigungsmodule.

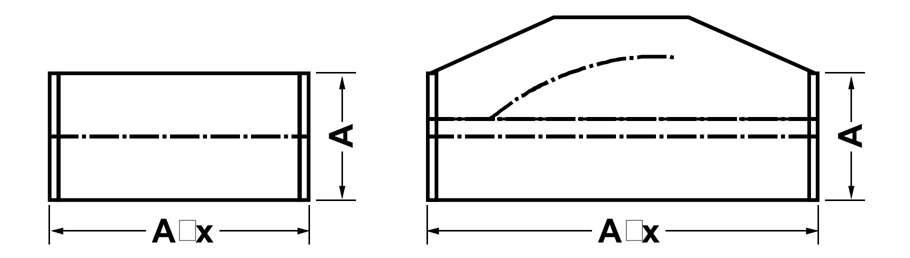
Bahnhofsmodule können abweichende Größenabmessungen haben, doch muss die Anschlussfläche zum Streckenmodul der Norm entsprechen.

Übergangsmodule stellen die Verbindung zwischen verschiedenen Modul-Systemen oder zu Modulen mit nicht der Norm entsprechenden Anschlussflächen dar.

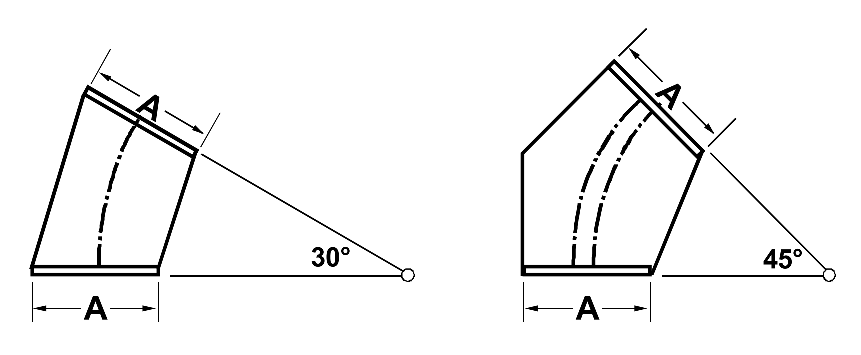
Bei den nachstehend dargestellten Ausführungsbeispielen sind die genormten Anschlussflächen (A) durch einen Doppelstrich angedeutet.

4. Ausführung der Module

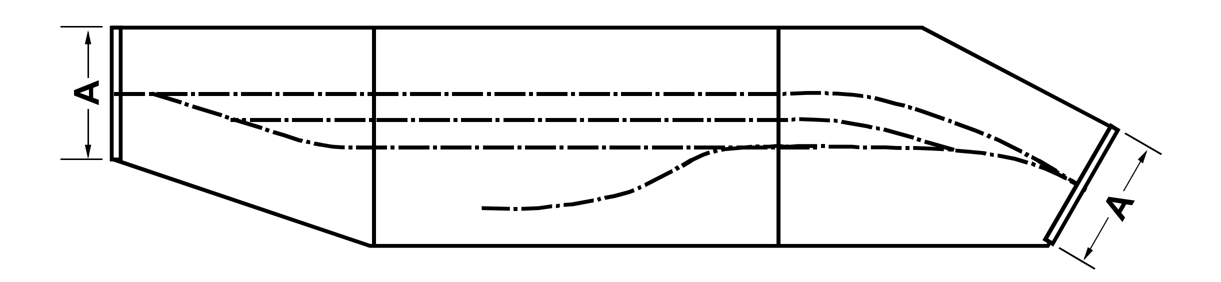
Die Normen der Reihe NEM 910 bis 999 enthalten Beschreibungen der gebräuchlichen Modul-Systeme für die verschiedenen Nenngrößen mit näheren Angaben über die Ausführung der Module, die Gestaltung der Anschlussflächen sowie die elektrische Ausrüstung. Die Zusatzbuchstaben bezeichnen das Land, in dem die betreffende Modul-Norm entwickelt wurde.



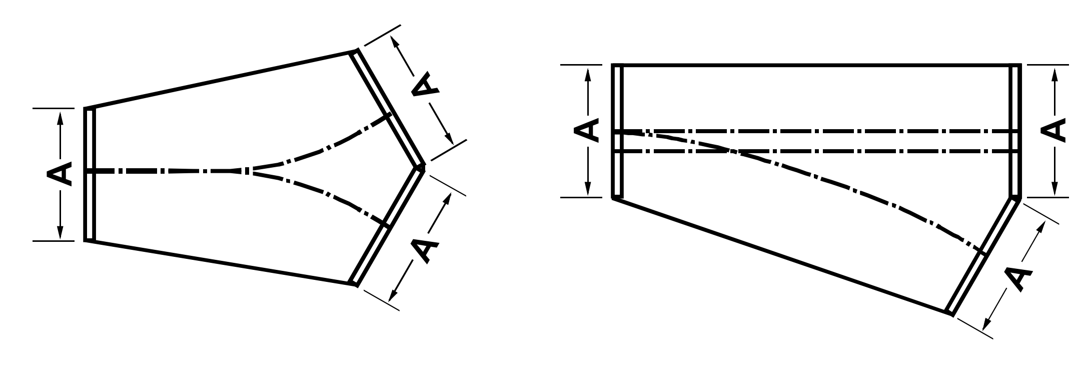
Streckenmodule (Gerade)



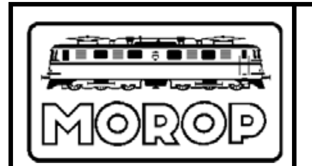
Streckenmodule (Bogen)



Übergangs- und Bahnhofsmodule



Verzweigungsmodule



Normen Europäischer Modellbahnen

Elektrische Schnittstelle für Module

Empfehlung **Ausgabe 1997** (30092008)

1. Zweck der Norm

Diese Norm bestimmt die Anforderungen an elektrische Schnittstellen zwischen Modulen in Ergänzung zur NEM 900.

Es sind die übergeordneten Normen der Reihe NEM 600 sowie die für die Nenngröße entsprechenden Anforderungen der Reihe NEM 900 und, wegen des **Schutzes gegen elektrische Unfälle**, die **VDE-Vorschriften 0100 und 0551** zu beachten.

Die Norm soll die elektrische Verbindung von NEM-gerechten Modulen und Modulen unterschiedlicher Bausysteme definieren.

Die Nord-Süd-Vertauschung (180-Grad-Drehung) ist zugelassen.

In dieser Norm wird die Schnittstelle für eingleisige und zweigleisige Module definiert. Das direkte Verbinden von eingleisigen und zweigleisigen Modulen ist nicht vorgesehen.

Diese Norm erlaubt die Anwendung jedes üblichen Fahrstromsteuersystems.

2. Mechanische Ausführung der elektrischen Modulschnittstelle

2.1 Bestandteile

Jede Modulschnittstelle besteht aus zwei Steckverbindern vom Typ SUB D 25 (nach DIN 41652) und einem flexiblen 12-adrigen Verbindungskabel von mindestens 600 mm Länge.

Der Querschnitt der Kabeladern (Litze) sollte 1 mm^2 wegen der erforderlichen Strombelastbarkeit, des möglichst geringen Spannungsverlustes und der mechanischen Stabilität nicht unterschreiten.

2.2 Montage

Die Stiftleisten der Steckverbinder werden auf der Innenseite der Modulkopfstücke in genügendem Abstand zu den Modulverschraubungen, den Grifflöchern und zu anderen Bauteilen (siehe Abbildungen 1 und 2) montiert.

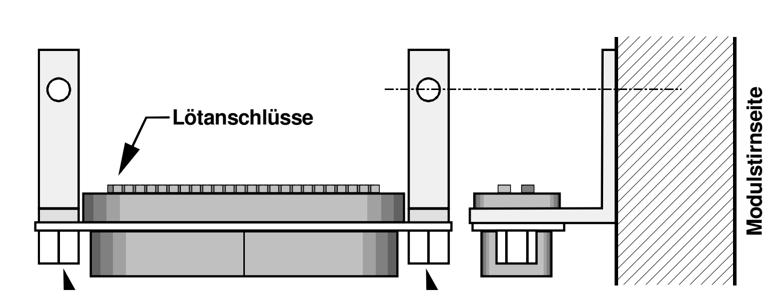


Abb. 1 Empfehlung für die Montage der Stiftleisten im Modul (Detail)

Die Buchsenleisten der Steckverbinder werden entsprechend Tafel 1 an den Kabelenden mit dem genügend langen Kabel elektrisch verbunden (Empfehlung: Die Verbindungskabel sollten zwecks universellen Einsatzes stets mit allen Verbindungsleitungen bestückt werden! Andernfalls sind Unterscheidungen nötig, s. Abb. 3 und 4).

An den Stiftleisten werden die Verschraubungen, an den Buchsenleisten Kappen zur Zugentlastung angebracht.

3. Verdrahtung der elektrischen Modulschnittstelle

Jede Leitung der elektrischen Schnittstelle übernimmt eine bestimmte Steuer- oder Versorgungsfunktion der zu verbindenden Module. Diese Funktionen ergeben die Benennung der Leitungen in Tafel 1 (Bezeichnung der Modulseiten nach NEM 900, siehe auch Abbildung 2).

Die Stiftbelegung an den östlichen und westlichen Schnittstellen nach Tafel 1 ist gespiegelt. Ebenso kreuzen sich die Kabeladern. Hierdurch wird der funktionsgerechte Zustand wiederhergestellt. Diese Maßnahmen sichern die richtige Zuordnung bei Nord-Süd-Vertauschung (180-Grad-Drehung) einzelner Module (siehe Abbildungen 3 und 4).

4. Hinweise zum Einsatz der elektrischen Modulschnittstelle

Als Versorgungsspannung für die wichtigsten Einsatzzwecke wird eine geglättete Gleichspannung von 24 Volt ± 20% verwendet.

Die Einspeisung der 24-Volt-Gleichspannung (Anschlüsse 6, 7 und 8) sollte auf Versorgungsabschnitte begrenzt werden, da unter bestimmten Umstanden Kurzschlüsse oder Überlastungen auftreten können.

Sind mehrere Versorgungsabschnitte einzurichten, so sollten außerdem die Leitungen Nr. 7 an mindestens einer elektrischen Schnittstelle des zum Grenzbereich eines Versorgungsabschnittes gehörenden Moduls getrennt werden können.

Soll ein Modul bei hohem Strombedarf völlig eigenversorgt werden, so darf modulintern keine Verbindung zu den Leitungen 6, 7 und 8 bestehen. Die Anschlüsse 6, 7 und 8 sind zwischen der östlichen und westlichen Schnittstelle nur durchgehend zu verbinden.

Zur Vermeidung von Schäden an Steckern und Buchsen sollten die Verbindungen nur im abgeschalteten Zustand getrennt oder gesteckt werden.

Werden auf einem Modul kleinere Spannungen als 24 Volt benötigt, so können diese auf dem Modul mittels Spannungsteiler oder Spannungsregler erzeugt werden.

Auf einem Modul erforderliche Wechselspannungen sollten nur durch Eigenversorgung am jeweiligen Modul erzeugt werden.

Die Schienen sollten am Modulende so montiert werden, dass es beim Zusammenfügen zweier Module keine elektrische Verbindung über die Schienen gibt.

5. Sonstiges

Module aus NEM-fremden Systemen können zur Erleichterung der elektrischen Kopplung mit NEM-gerechten Modulen zusätzlich mit NEM-Schnittstellen durch Parallelschalten zur eigenen Schnittstelle ausgerüstet werden.

Eine über die NEM-Schnittstelle hinausgehende notwendige Kommunikation zwischen den verbundenen Modulen ist nicht vorgesehen und ist bis zum Erscheinen einer Ergänzung dieser NEM durch Eigenlösung zu realisieren. Gegebenenfalls sind dafür die in dieser Norm nicht definierten und freibleibenden Anschlüsse der Schnittstelle (Anschlüsse 14 - 25) nutzbar.

Minimalbelegungen der Schnittstelle NEM 908 D sind unter Einhaltung der Belegung nach Tafel 1 mit den Anmerkungen (1) und (5) möglich. Die Abbildungen 3 und 4 zeigen dazu die modulinterne Verdrahtung für zwei mögliche Anwendungsfälle einschließlich der passenden Verbindungskabel.

Werden die in dieser Norm nicht definierten Anschlüsse für weitere fahrtrichtungsbezogene Anwendungen genutzt, so sollten diese auch gespiegelt belegt werden (z.B. 25-14 und 14-25, 24-15 und 15-24, o.ä.).

Werden die in dieser Norm nicht definierten Anschlüsse belegt, so sollten die Verbindungen zu den Verbrauchern im Modul trennbar sein (Schalter oder Steckbrücken).

Schaltungen, die an die in dieser Norm nicht definierte Anschlüsse angeschlossen sind, sollten gegen unerwartete Spannungen geschützt werden.

Soll der Fahrstrom modulintern beeinflusst werden, so müssen die erforderlichen Steuergeräte in den Fahrstromkreis eingesetzt werden und die Fahrstromleitungen werden nur bei Erfordernis zwischen östlicher und westlicher Schnittstelle durchgehend verbunden. Auch hier sind Trennstellen (Schalter oder Steckbrücken) zu verwenden.

Anschluss-Nr.		Bezeichnung bei eingleisigem Modul	Bezeichnung bei zweigleisigem Modul	Anmerkungen
west	ost			
1	13	nördliche Schiene	nördliche Schiene des nördlichen Gleises	4)
2	12	Mittelleiter	Mittelleiter des nördlichen Gleises	1), 2), 4)
3	11	nicht belegt	südliche Schiene des nördlichen Gleises	4)
4	10	Steuerleitung west-A	Steuerleitung west-A	3)
5	9	Steuerleitung west-B	Steuerleitung west-B	3)
6 und 8	6 und 8	Gleichspannung 24V Minuspol	Gleichspannung 24V Minuspol	4), 5)
7	7	Gleichspannung 24V Pluspol	Gleichspannung 24V Pluspol	4)
9	5	Steuerleitung ost-B	Steuerleitung ost-B	3)
10	4	Steuerleitung ost-A	Steuerleitung ost-A	3)
11	3	nicht belegt	nördliche Schiene des südlichen Gleises	4)
12	2	Mittelleiter	Mittelleiter des südlichen Gleises	1), 2), 4)
13	1	südliche Schiene	südliche Schiene des südlichen Gleises	4)

Tafel 1 Anschlussbelegung der Schnittstelle und Funktion der Verbindungsleitungen

Anmerkungen zu Tafel 1 und den Abbildungen 3 und 4:

(1) Diese Leitungen können bei Modulen und Verbindungskabeln nach dem Zweischienensystem (siehe NEM 621) entfallen. Sie sollten dann mit NEM 908D/2S gekennzeichnet werden.

(2) Bei eingleisigen Modulen mit Mittelleiter sind die Anschlüsse 2 und 12 an beiden Stiftleisten zu verbinden.

(3) Steuersignale auf diesen Leitungen werden durch entsprechende Sende- und Empfangsschaltungen modulintern genutzt. Werden diese Leitungen im Modul nicht genutzt, so werden nur die östliche und westliche Stiftleiste verbunden.

(4) Leitungsquerschnitt hier mindestens 1 mm^2

(5) Im Verbindungskabel braucht nur eine von beiden möglichen Leitungen belegt zu werden.

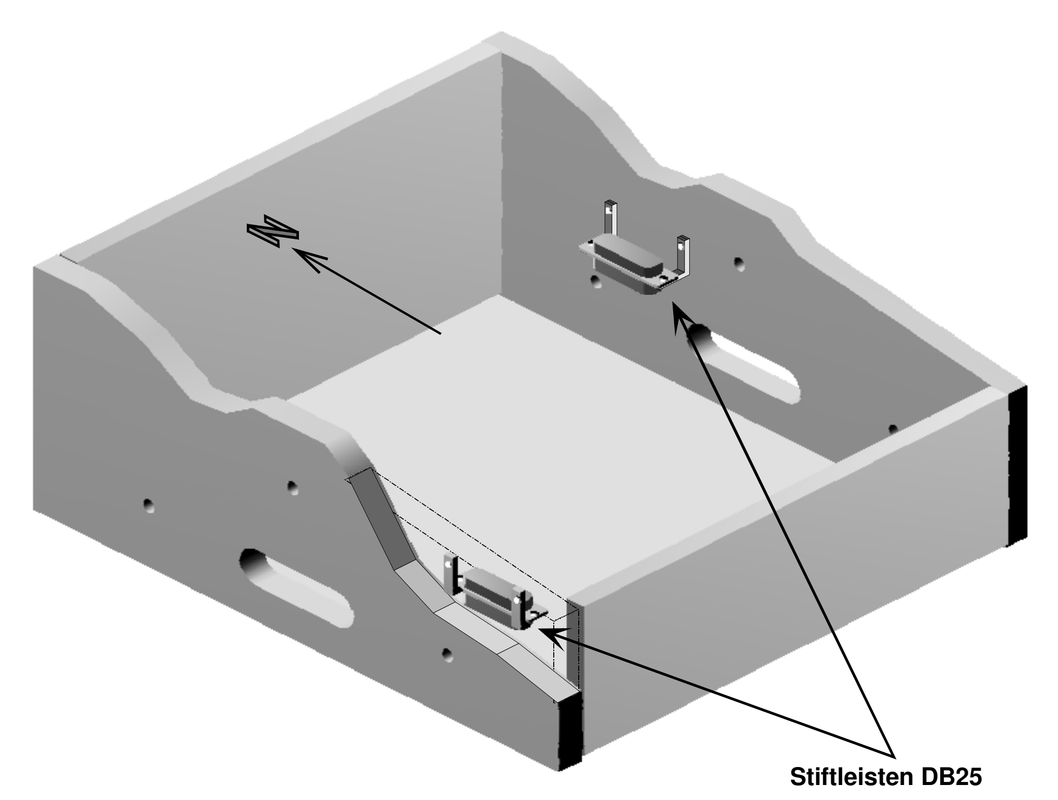


Abb. 2 - Empfehlung für die Montage der Stiftleisten im Modul

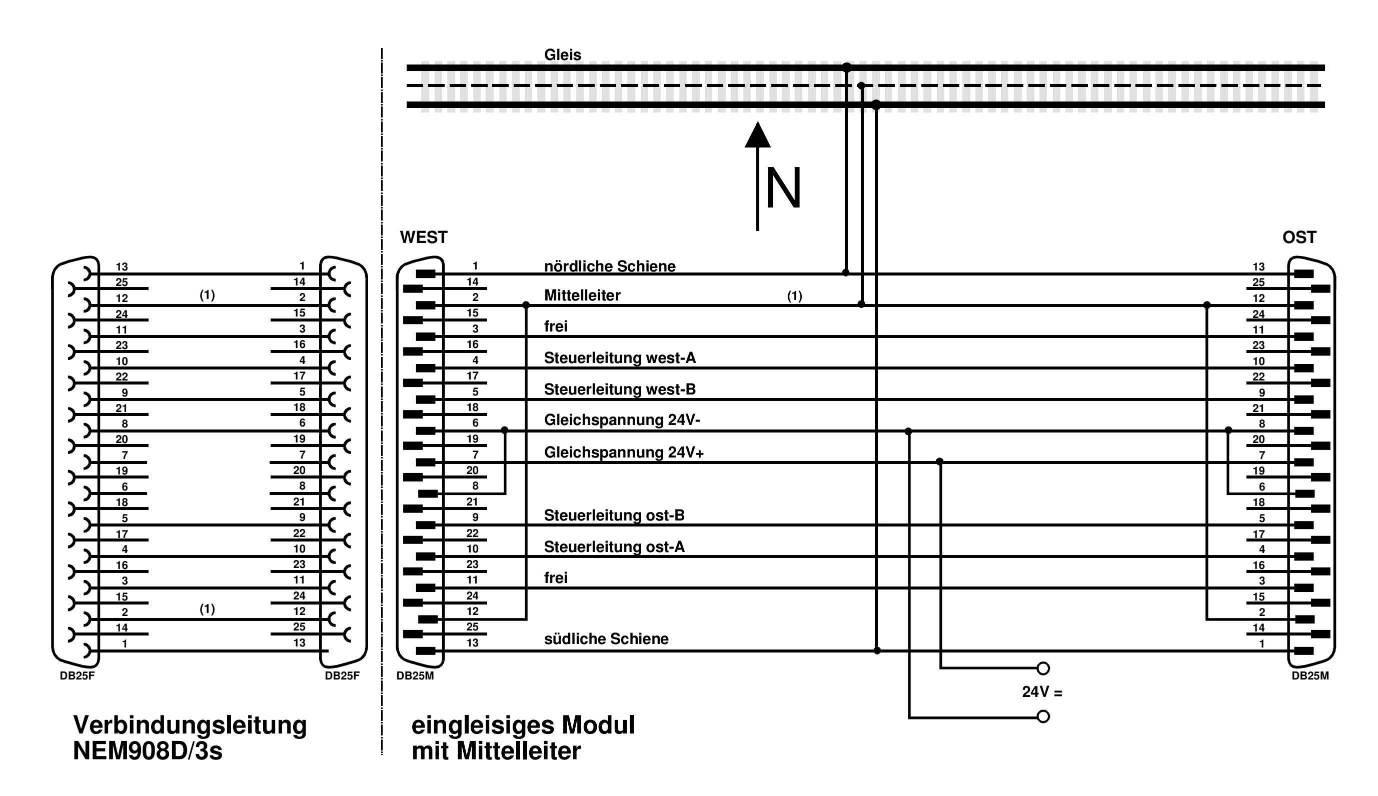


Abb. 3 Verdrahtung bei eingleisigem Modul mit Mittelleiter / Verbindungskabel hierzu

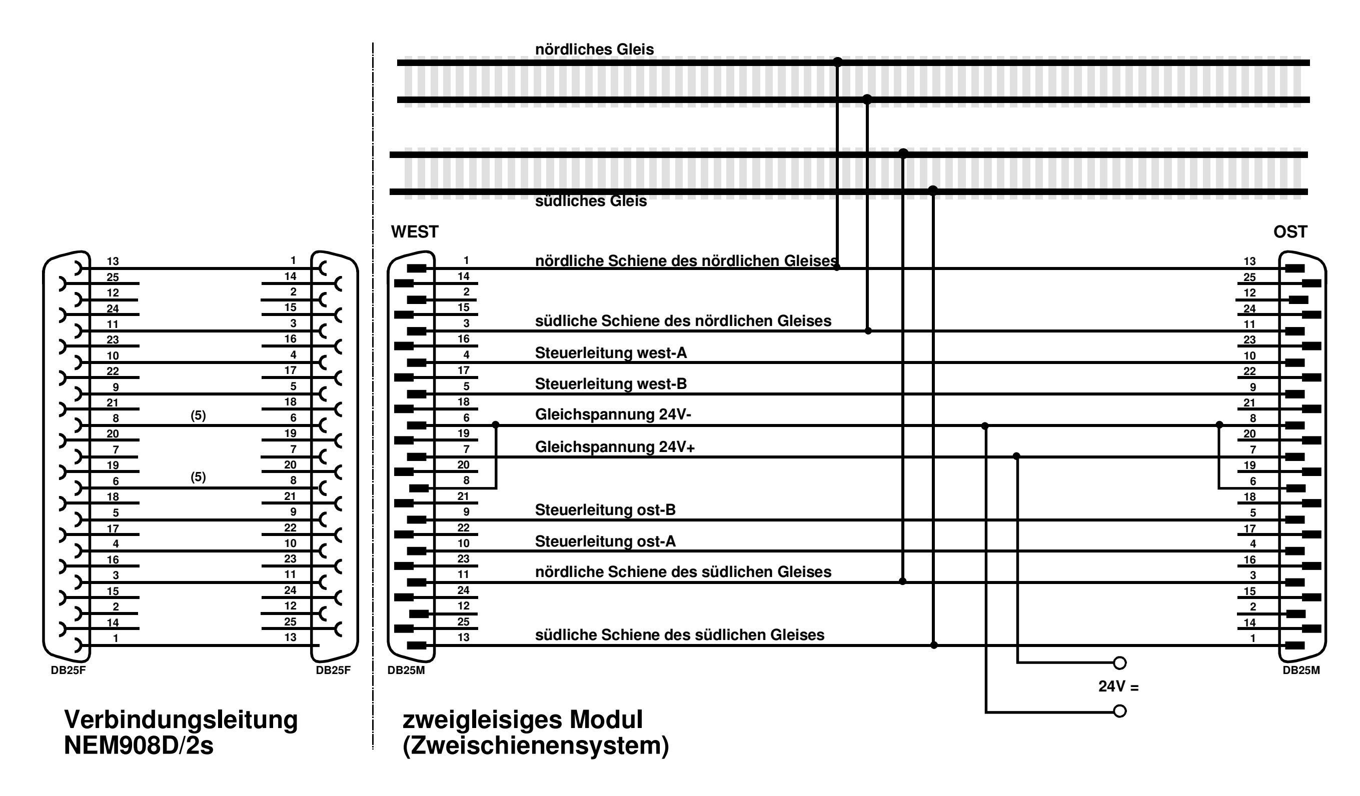


Abb. 4 Verdrahtung bei zweigleisigem Modul nach dem Zweischienensystem / Verbindungskabel hierzu

Adapter-Modul

Nur gültig für Deutschland

Empfehlung **Maße in mm** **Ausgabe 2008**
(Ersetzt Ausgabe 2006)

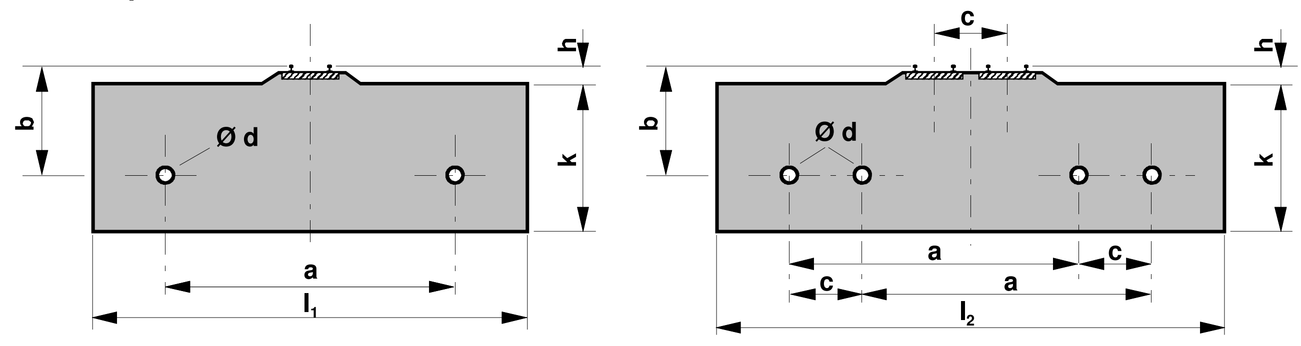
1. Zweck der Norm

Diese Norm beschreibt Modulschnittstellen als Adapter zum universellen Verbinden von Modulen unterschiedlicher Systeme.

2. Aufbau der Module

Die Module weisen an einem Ende die Schnittstelle des speziellen Systems und am anderen Ende diese Adapter-Schnittstelle auf.
Die Länge eines Moduls ist beliebig. Sie sollen aber so kurz sein, dass auf eigene Beine verzichtet werden kann.
Die Module sollen so einfach wie möglich gestaltet sein und können auf Landschaftsgestaltung verzichten, um den thematischen und gestalterischen Übergang zwischen den nicht zueinander gehörenden Modulsystemen hervorzuheben.
An der Adapterschnittstelle soll die Oberkante des Modulkastens gerade und waagerecht sein und möglichst um das Maß h nach NEM 122 bzw. NEM 123 unter Schienenoberkante liegen.
Das ermöglicht die Darstellung des Bettungsprofils nach NEM 122 bzw. NEM 123.

3. Prinzipskizze



4. Maßtabelle

Nenngröße	a	b	c	d	k	l_1	l_2
Z	200	64	25	8	100	275	300
N	200	66	30	8	100	300	325
TT	200	78	43	8	100	300	350
H0	200	70	50	8	100	300	350
S	200	72	70	8	100	350	350
0	160	67	89	10	100	400	400
I	200	82	140	10	100	400	400
II	122	66	200	10	100	500	500

Anmerkungen

Die Anordnung der Bohrungen im zweigleisigen Querschnitt ermöglicht, dass auch die eingleisige Schnittstelle mit jedem Gleis der zweigleisigen Schnittstelle verbunden werden kann.

Die Gleise müssen rechtwinklig und waagerecht an der Adaptermodul-Kante auftreffen. Die Streckenachse liegt mittig zu den Modulaußenkanten.

Die angegebenen Breitenmaße l_1 und l_2 sind Richtwerte, die einen geschlossenen Modulkasten und einen Raum für das Bewegen von Flügelschrauben/-muttern berücksichtigen.

Die Module sollen eine Länge haben, die mindestens der Wagenkastenlänge der Wagengruppe C nach NEM 103 entspricht. Das ist für zweigleisige Adapter-Module zwingend, wenn die anzuschließenden Modulteile Gleisabstände größer als Maß c der Tabelle aufweisen, um die Gleisverziehung unterzubringen und um zusätzliche Einschränkungen des Fahrzeugeinsatzes zu vermeiden.

Zweigleisige Adaptermodule mit unterschiedlichen Gleisabständen können zweckmäßig als Bogenmodule ausgebildet werden, bei denen die Gleisabstandsänderung durch unterschiedliche Übergangsbögen oder durch differierende Radien elegant herstellbar ist.

1. Einführung

Das Konzept der modularen Modellbahnanlagen für Ausstellungen ist im Jahre 1973 in den USA entstanden. Die Idee hat sich zuerst in diesem Land verbreitet und dann in England, Deutschland und den Niederlanden. 1979 brachte die Modellbahnpresse den französischen Modelleisenbahnern diese Normen zu Kenntnis.

1980 gab die „AFAN" die erste Ausgabe seiner Normen „AFANTRAK" für die Normalspurgleise heraus.

Ende 1981 kam eine aufgrund der Erfahrungen ergänzte, zweite Ausgabe heraus und im April 1985 die dritte Ausgabe, die immer noch gültig ist.

Die Normen für Module mit Meterspurgleis stammen gemeinsam von AFAN (Association Française des Amis du "N") und GEMME (Groupe d'Etudes du Modélisme ferroviaire à voie Métrique et à voie Etroite). AFAN ist auf alle Spurweiten in Maßstab 1 : 160 spezialisiert, GEMME für Schmal- und Meterspurgleis in allen Maßstäben. Die Normen wurden in Nachrichten beider Verbände vorgeschlagen.

Im Gegensatz zu den Modulnormen für Normalspurgleise, die zweigleisig und mit gestreckter Linienführung vorgesehen sind, basieren die Schmalspur-Module auf eingleisigen Strecken mit engen Bögen.

Die Modulnormen für N und Nm (NEM 916) sind miteinander kompatibel.

2. Struktur des normalspurigen Moduls

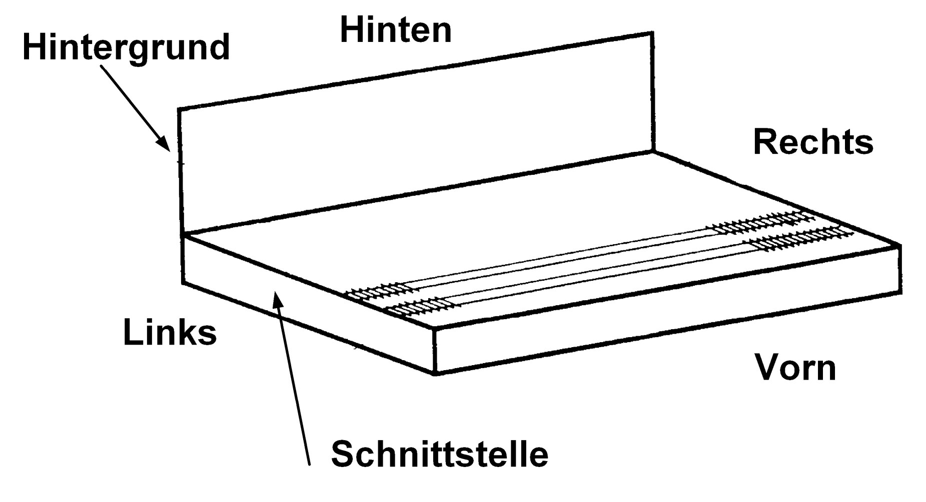


Bild 1 Struktur des Moduls

2.1 Aufbau

Das Grund-Modul besteht aus einer 8 mm dicken Sperrholzplatte die mittels Querstegen und Längsträgern von 90 mm x 15 mm verstärkt sind und zusammengeschraubt oder geklebt werden. Die gesamte Struktur muss Feuchtigkeit und Transportbeanspruchungen widerstehen. Die Tragstruktur kann auch aus Aluminium- oder leichten Stahlprofilen bestehen. Die Hintergrundplatte aus 10 mm Sperrholz ist demontierbar und dekoriert.

2.2 Normalisierte Schnittstelle

Das Modul wird durch Beine an jeder Ecke getragen, deren Länge so bemessen ist, dass die Schienenoberkante 1015 mm ± 25 mm über dem Boden liegt. Es ist die Möglichkeit vorzusehen, die Höhe ohne Verwendung von Spezialwerkzeugen einstellen zu können. Die Füsse der Stützen können gelenkig ausgebildet sein.

Die normalisierte Schnittstelle hat eine Breite von 400 mm. Die Höhe ist nicht festgelegt. Die Ausschnitte für die Durchführung der Schraubzwingen haben einen Abstand von der Schienenoberkante zwischen 85 und 115 mm (siehe Bild 2).

Die Achse des ersten Gleises liegt 58 mm hinter der Vorderkante des Moduls, die des zweiten Gleises 88 mm.

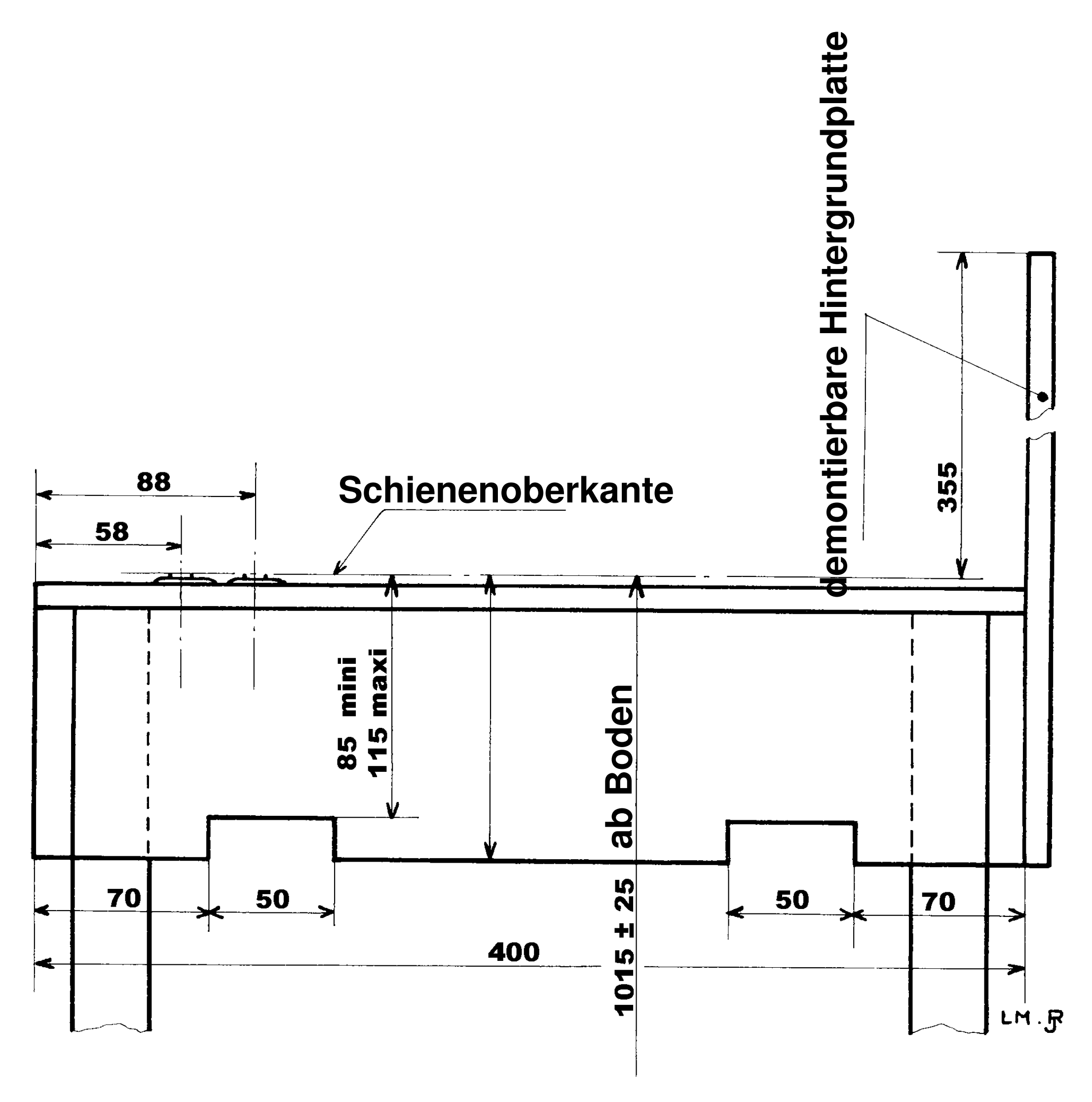


Bild 2 Normalisierte Schnittstelle für Normalspurgleise

2.3 Zusammenbau von zwei normalisierten Schnittstellen

Der Zusammenbau von zwei Modulen erfolgt mittels Schraubzwingen. Die Schienenenden sind bündig mit der Stirnseite des Moduls.

Es werden keine Schienenverbinder benutzt.

Die Schienen werden am Modulende auf die Hälfte der Breite der Lauffläche abgeschrägt (Bild 4).

Für den Zusammenbau werden die Module visuell ausgerichtet und durch die Schraubzwingen festgelegt.

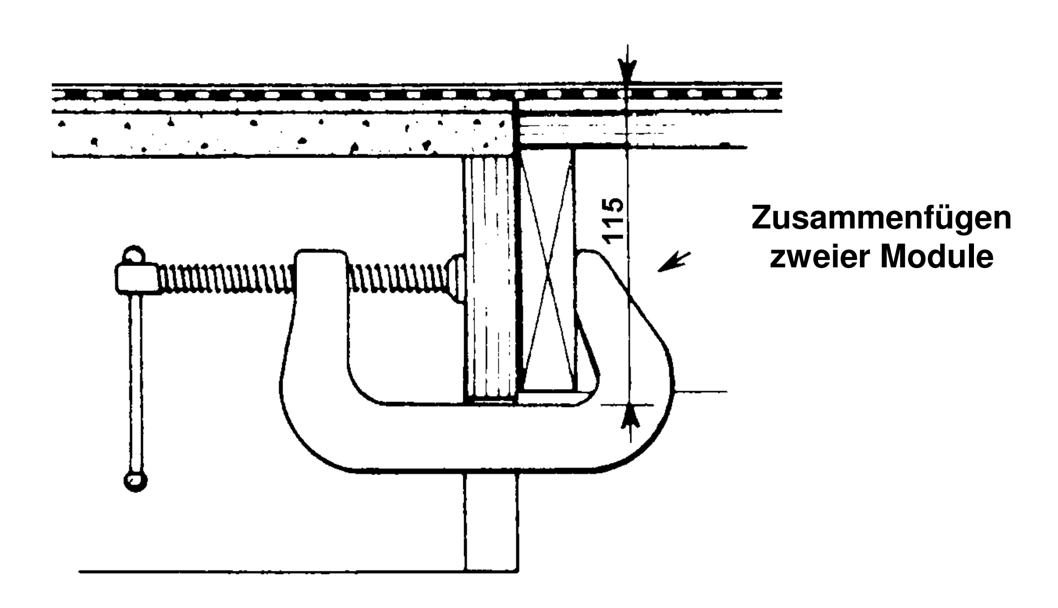


Bild 3 Zusammenbau mit Schraubzwingen

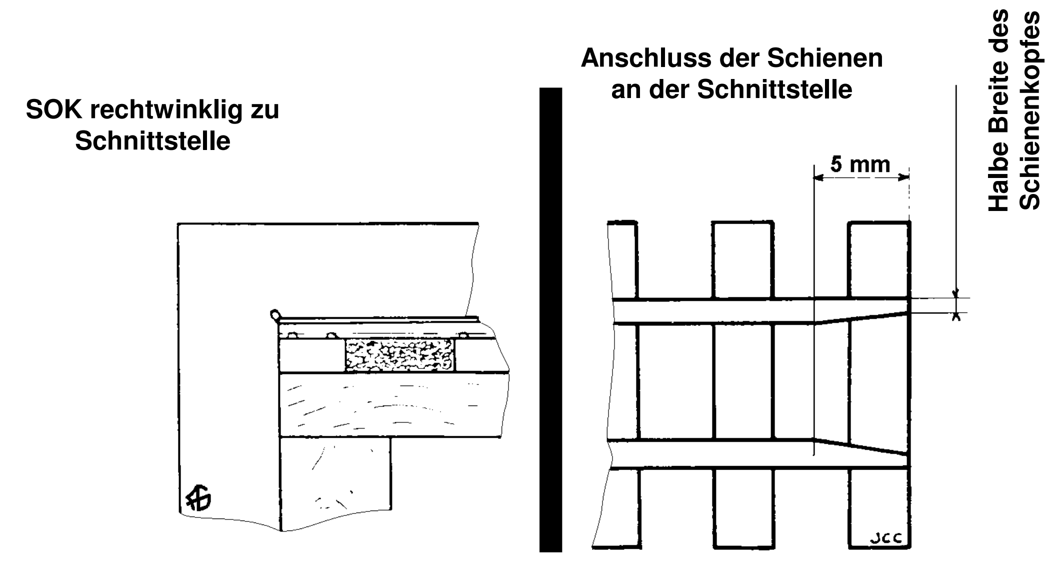


Bild 4 Herrichten der Schienen am Modul-Ende

2.4 Gerades Modul offene Standardstrecke

Die Länge eines geraden Moduls ist ein Vielfaches von 1200 mm.

Es ist möglich, zwei Module von 1200 mm Länge durch drei von 800 mm Länge zu ersetzen.

2.5 Bogen-Modul offene Strecke

Die Bogen-Module sind durch ein Quadrat von 800 mm oder 1200 mm definiert, in welches sie eingeschrieben sind.

Die Bögen der Gleise auf dem Modul können nach innen oder nach aussen gerichtet sein.

In Verbindung zu einem Modul mit nach außen gerichtetem Bogen muss der Erbauer als Gegenstück auch ein Modul mit nach innen gerichtetem Bogen erstellen.

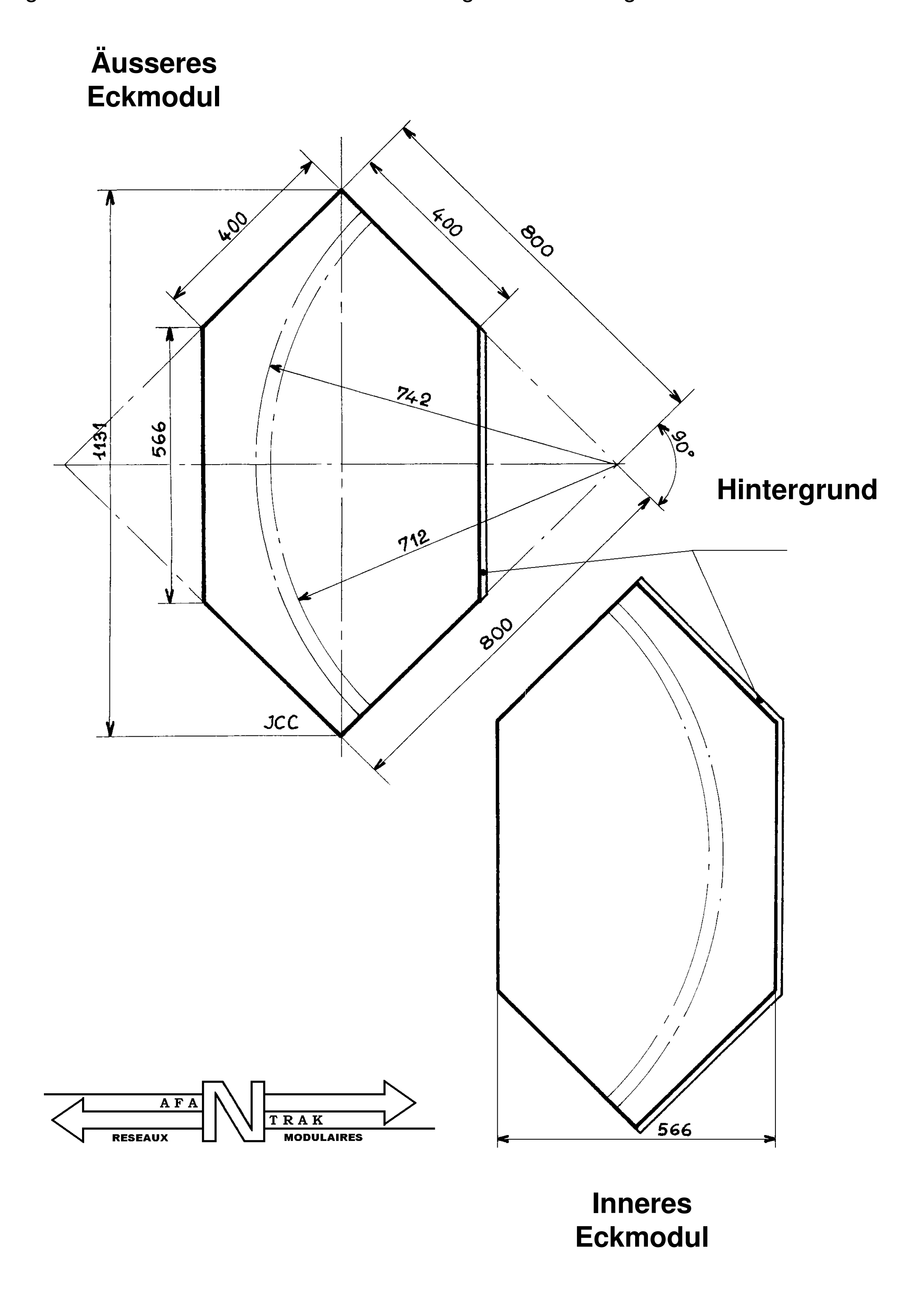
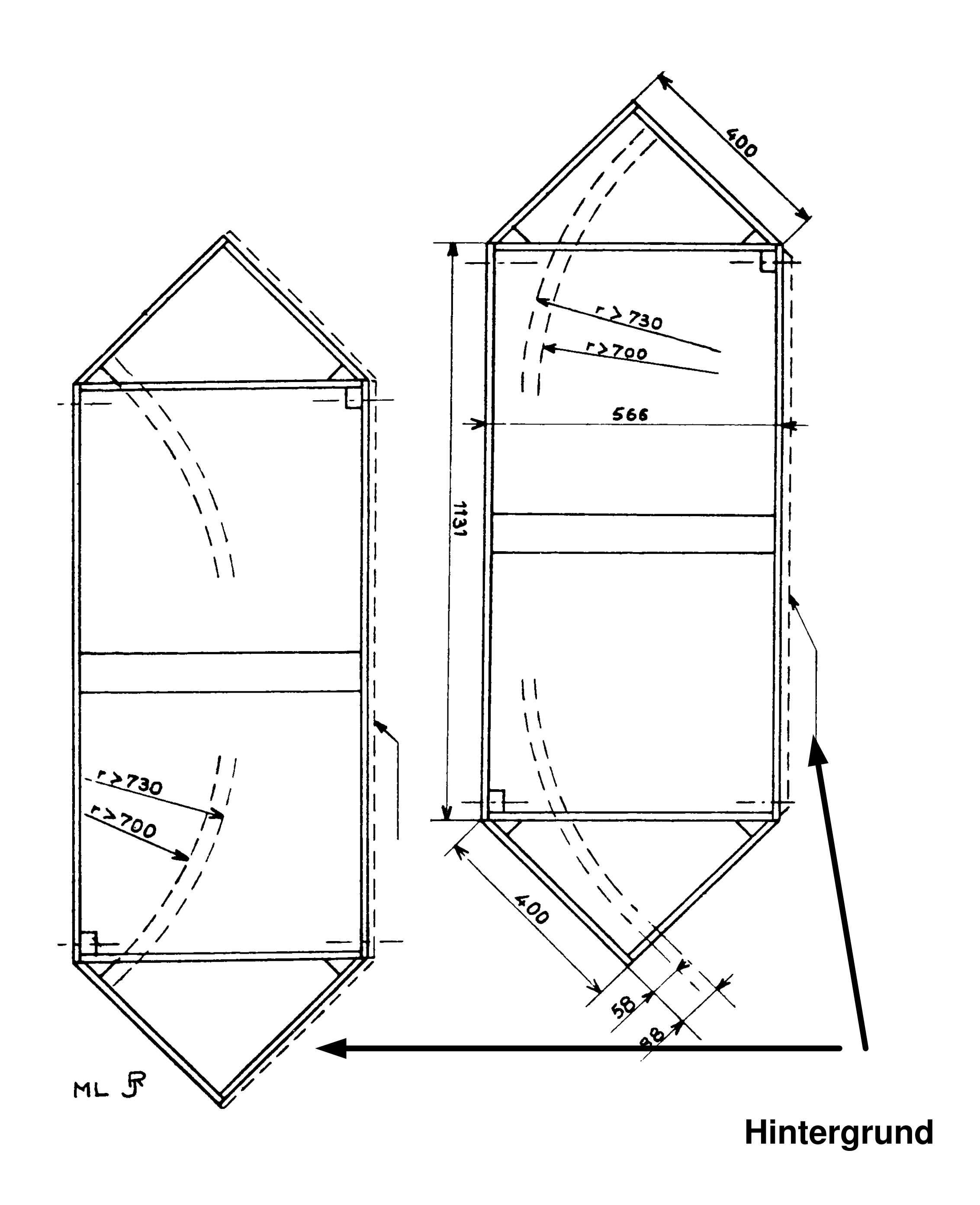


Bild 5 Bogen-Modul in ein Quadrat von 800 mm Seitenlänge eingeschrieben

Äusseres Eckmodul



Inneres Eckmodul

Bild 6 Bogen-Modul in ein Quadrat von 1200 mm Seitenlänge eingeschrieben

3. Gleise

3.1 Höhe des Schienenprofils

Es ist empfohlen Gleise mit Schienen des PROFILS 20 nach NEM 120 (Code 80 NMRA) zu benutzen. Die Benutzung von Schienen des PROFILS 14 (Code 55 NMRA) ist auch erlaubt, wenn sie für die Benutzung von Schienen mit PROFIL 20 für benachbarte Module kompatibel hergerichtet sind.

3.2 Anordnung

Das Gleis muss an der Schnittstelle rechtwinklig liegen.

4. Elektrische Ausstattung des Moduls

Nach französischem Vorbild sind die elektrischen Anschlüsse für eine Fahrt über das in Fahrtrichtung linke Gleis angebracht.

Die Schienen sind durch Kabel und Lautsprecherstecker nach DIN 41529 angeschlossen.

Die Stecker sind rechts am Ende eines Kabels von 500 mm Länge, die Buchsen sind links am Ende eines Kabels von 100 mm Länge angeordnet.

Der rechteckige Kontakt ist an Plus (+) angeschlossen, der runde Kontakt an Minus (-).

Nach NEM 631 ist die Schiene rechts in Fahrtrichtung an + angeschlossen.

Der Stecker und die Buchse für das erste Gleis sind rot gekennzeichnet.
Der Stecker und die Buchse für das zweite Gleis sind gelb gekennzeichnet.

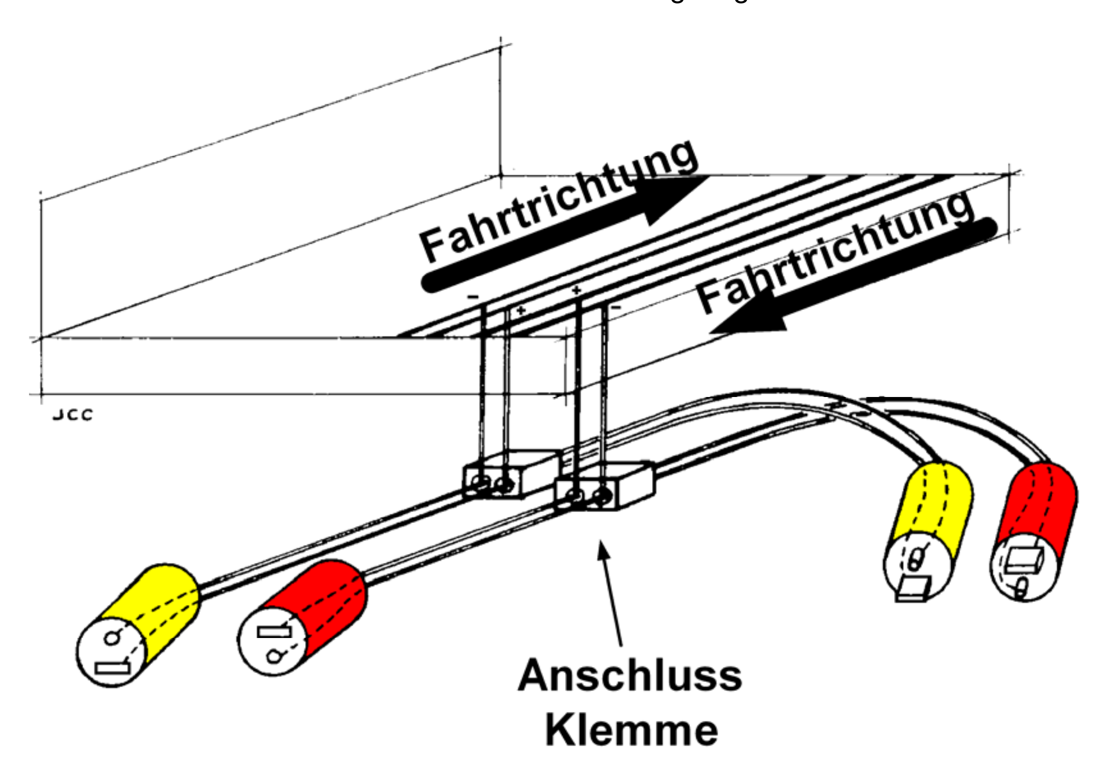


Bild 7 Elektrische Anschlusse

5. Informationen



Association Française des Amis du N
79 rue du faubourg Poissonnière
75009 - PARIS.
Internet: http:// www.afan.fr



Fédération Française de Modélisme Ferroviaire
128, rue Buffon
59210 COUDEKERQUE-BRANCHE
Internet: http://www.ffmftrain.org
Courriel: info@ffmftrain.org

1. Einführung

- Das Konzept der modularen Modellbahnanlagen für Ausstellungen ist im Jahre 1973 in den USA entstanden. Die Idee hat sich zuerst in diesem Land verbreitet und dann in England, Deutschland und den Niederlanden. 1979 brachte die Modellbahnpresse den französischen Modelleisenbahnern diese Normen zu Kenntnis.
- 1980 gab die „AFAN“ die erste Ausgabe seiner Normen „AFANTRAK“ für Normalspurgleise heraus.
- Ende 1981 kam eine aufgrund der Erfahrungen ergänzte, zweite Ausgabe heraus und im April 1985 die dritte Ausgabe, die immer noch gültig ist.
- Die Normen für Module mit Meterspurgleisen stammen gemeinsam von AFAN (Association Française des Amis du "N") und GEMME (Groupe d'Etudes du Modélisme ferroviaire à voie Métrique et à voie Etroite). AFAN ist auf alle Spurweiten in Maßstab 1 : 160 spezialisiert, GEMME für Schmal- und Meterspurgleise in allen Maßstäben. Die Normen wurden in Nachrichten beider Verbände vorgeschlagen.
- Im Gegensatz zu den Modulnormen für Normalspurgleise, die zweigleisig und mit gestreckter Linienführung vorgesehen sind, basieren die Schmalspur-Module auf eingleisigen Strecken mit engen Bögen.
- Die Modulnormen für N (NEM 913) und Nm sind miteinander kompatibel.

2. Struktur des meterspurigen Moduls

2.1 Aufbau

Das Nm-Grundmodul besteht aus einem Holzrahmen, der eine eingleisige meterspurige Strecke trägt (für Nenngröße Nm ein Gleis mit 6,5 mm Spurweite, was ermöglicht, „Z“-Normalspurgleise zu verwenden.

Es ist möglich, mittels Übergangmodulen diese Module mit dem System „N AFAN“ (NEM 913 F) zu verknüpfen und so Anlagen mit „N“ und „Nm“-Gleisen zu bauen. „N“ und „Nm“-Gleise liegen nebeneinander oder als Mehrspurgleise.

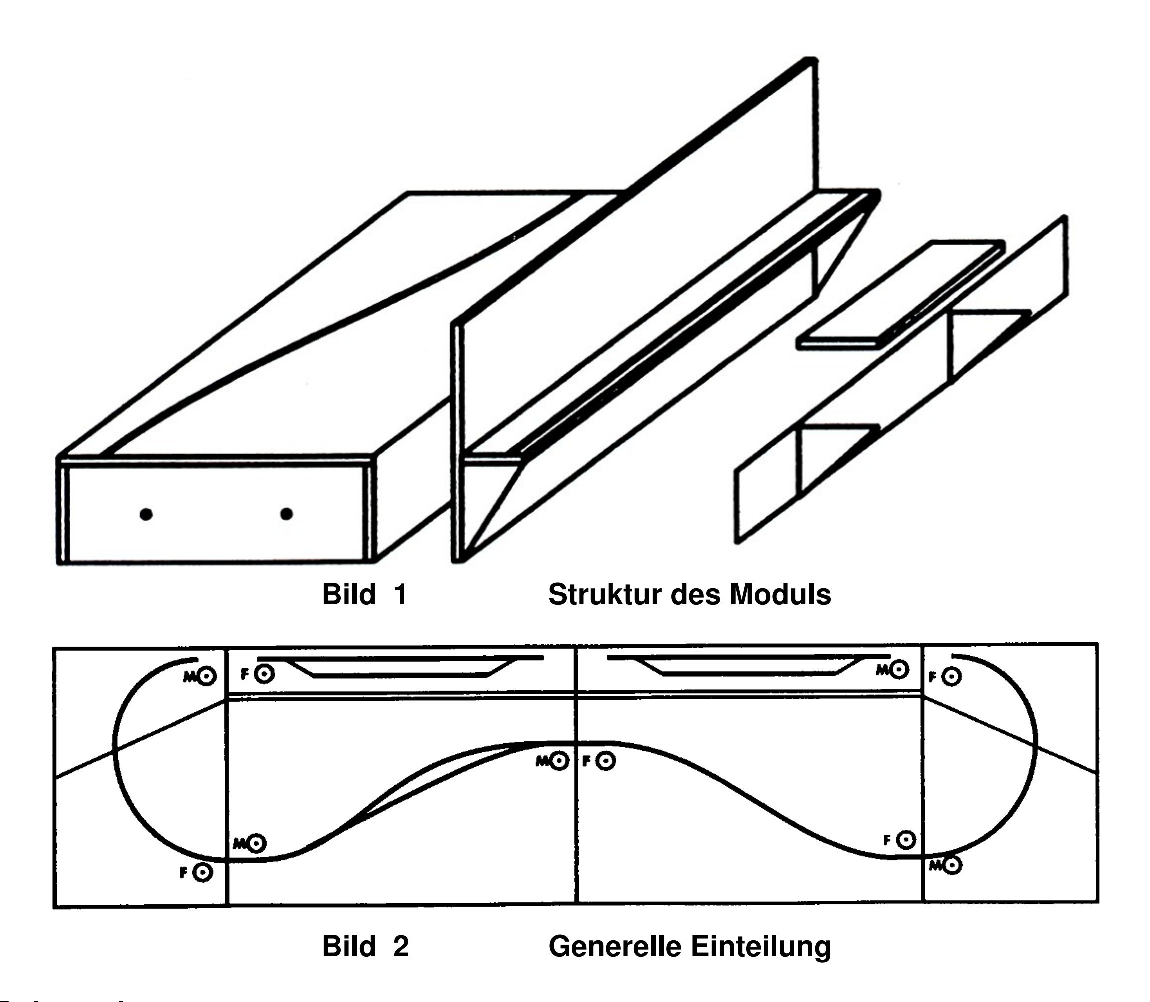


Bild 1 Struktur des Moduls

Bild 2 Generelle Einteilung

2.2 Rahmenbau

Die Oberfläche ist ein Rechteck von 360 mm Breite und einer Länge mit einem Vielfachen von 300 mm. Die Höhe beträgt 125 mm ± 5 mm.

HINWEIS: In dieser Norm sind alle Höhenmaße auf die Schienenoberkante bezogen. Eine Toleranz von ± 5 mm ist erlaubt.

Das Modul wird durch Beine an jeder Ecke getragen, deren Länge so bemessen ist, dass die Schienenoberkante 1015 mm ± 25 mm über dem Boden liegt (wie N-Modul nach NEM 913 F).

Es ist die Möglichkeit vorzusehen, die Höhe über dem Boden einstellen zu können.

Alle Anbauteile, die an den Modulenden angebracht werden müssen, sind innerhalb des Modulkastens zu befestigen

2.3 Normalisierte Schnittstelle

Es sind zwei Formen vorgesehen, die zueinander symmetrisch sind.

2.3.1 Schnittstelle Typ LINKS

Die Mittellinie des Gleises ist von der linken Seite 80 mm entfernt und damit von der rechten Seite 280 mm (siehe Bild 3).

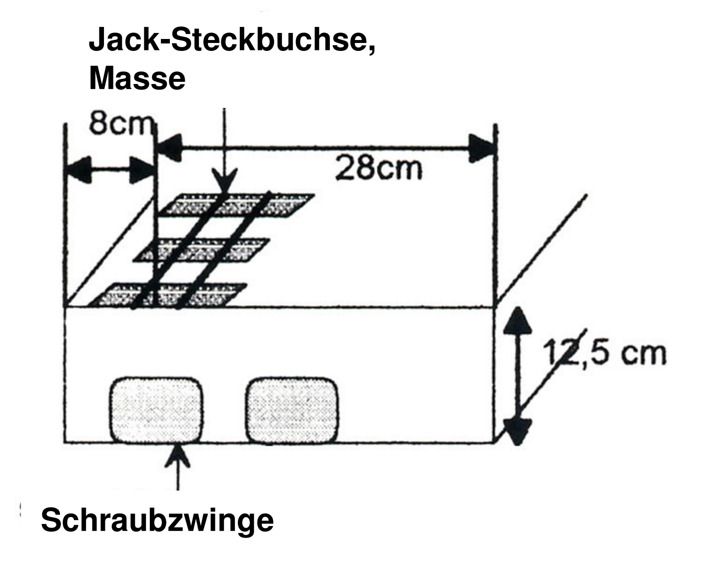


Bild 3 **Schnittstelle Typ LINKS**

2.3.2 Schnittstelle Typ RECHTS

Die Mittellinie des Gleises ist von der rechten Seite 80 mm entfernt und damit von linken Seite 280 mm (siehe Bild 4).

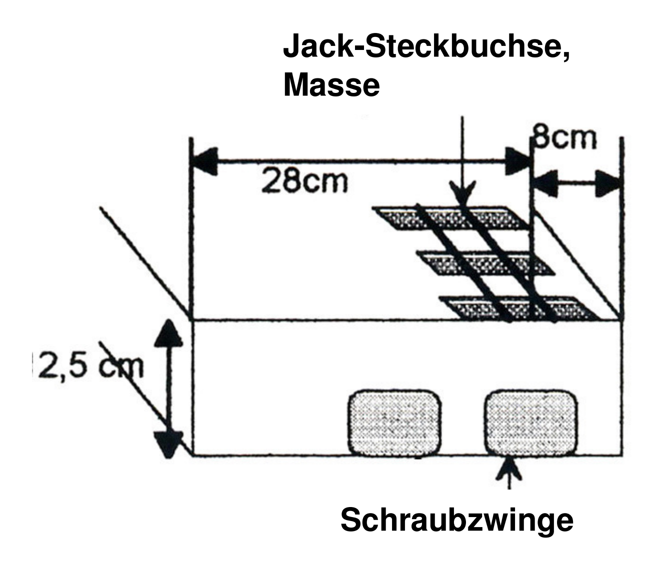


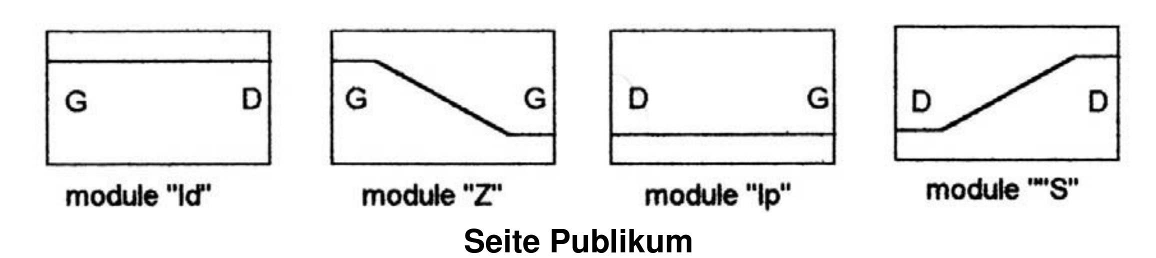
Bild 4 **Schnittstelle Typ RECHTS**

2.3.3 Gleispläne für gerade Module

Durch die Kombination von Schnittstellen Typ LINKS und Typ RECHTS erhält man vier verschiedene Modulformen (siehe Bild 5).

Die Buchstaben „G“ und „D“ zeigen, welcher Schnittstellentyp („G“ LINKS oder “D“ RECHTS) Anwendung findet.

Seite Hintergrund-Dekor



Seite Publikum

Bild 5 Die vier Modularten

HINWEIS: Das Modul „Ip“ (gerades Gleis wie ein I, Gleis an der Publikumsseite) entspricht dem Modul „Id“ (gerades Gleis wie ein I, Gleis an der Hintergrundseite) nach einen halben Umdrehung. Ein Modul „Z“ bzw. „S“ bleibt nach einer halben Umdrehung das Gleiche.

2.3.4 Gleisplan für verdeckte Rückfahrt-Module

Hinter der Hintergrund-Kulisse sind Module, die einen Schattenbahnhof bilden, angeordnet.

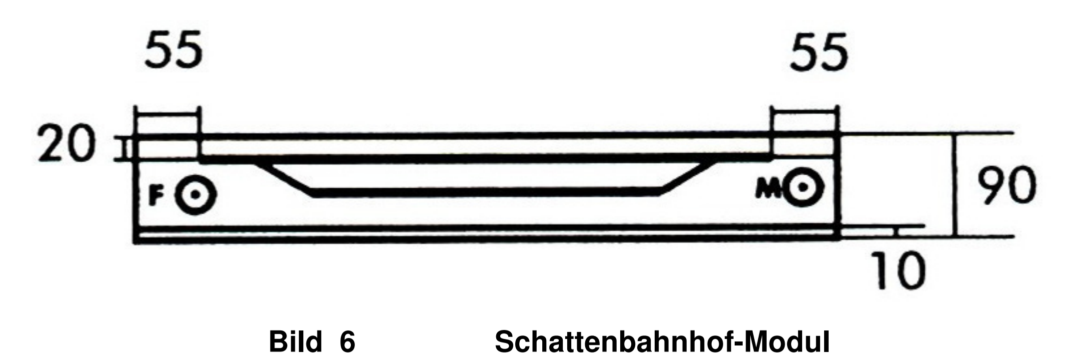


Bild 6 Schattenbahnhof-Modul

2.3.5 Gleisplan für Bogen-Module

Die geraden und die Schattenbahnhof-Module sind mit Bogen-Modulen „links“ und „rechts“ verbunden.

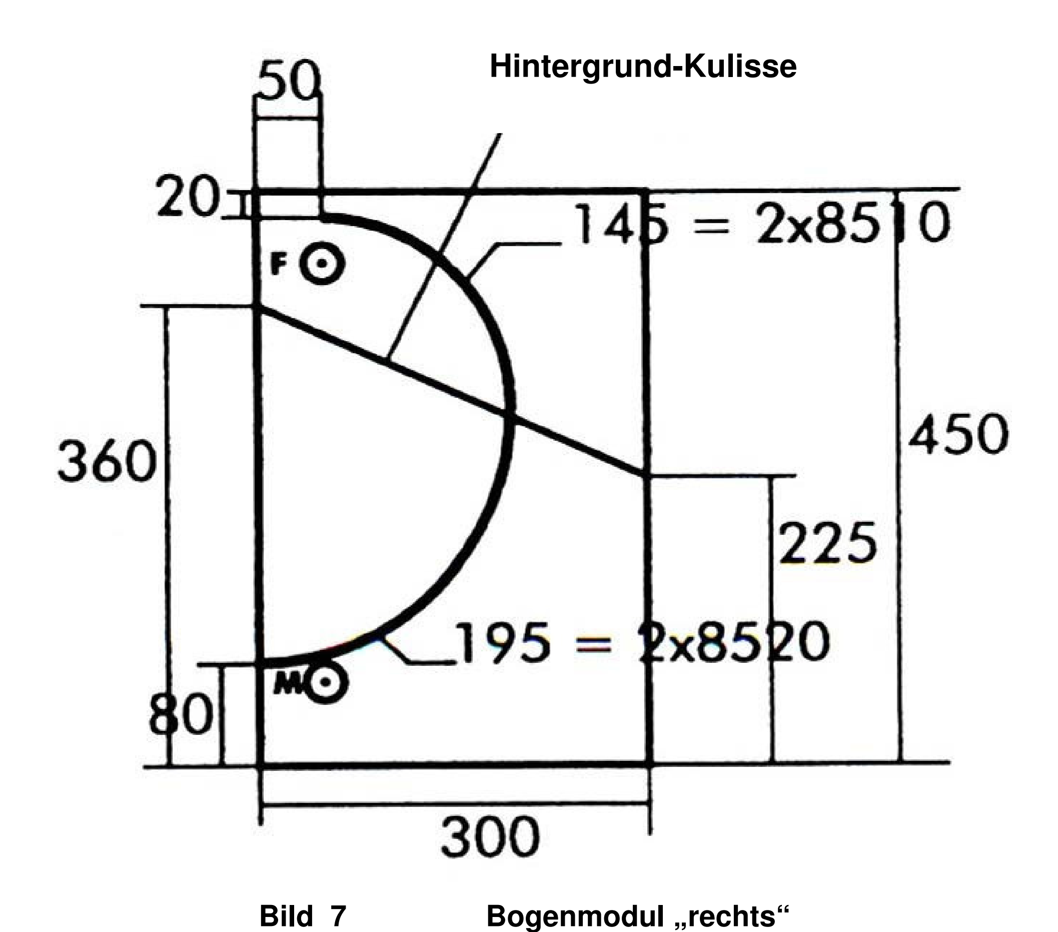


Bild 7 **Bogenmodul „rechts“**

2.4 Zusammenbau von zwei Normalisierten Schnittstellen

Für den Zusammenbau werden die Module visuell ausgerichtet und durch Schraubzwingen festgelegt.

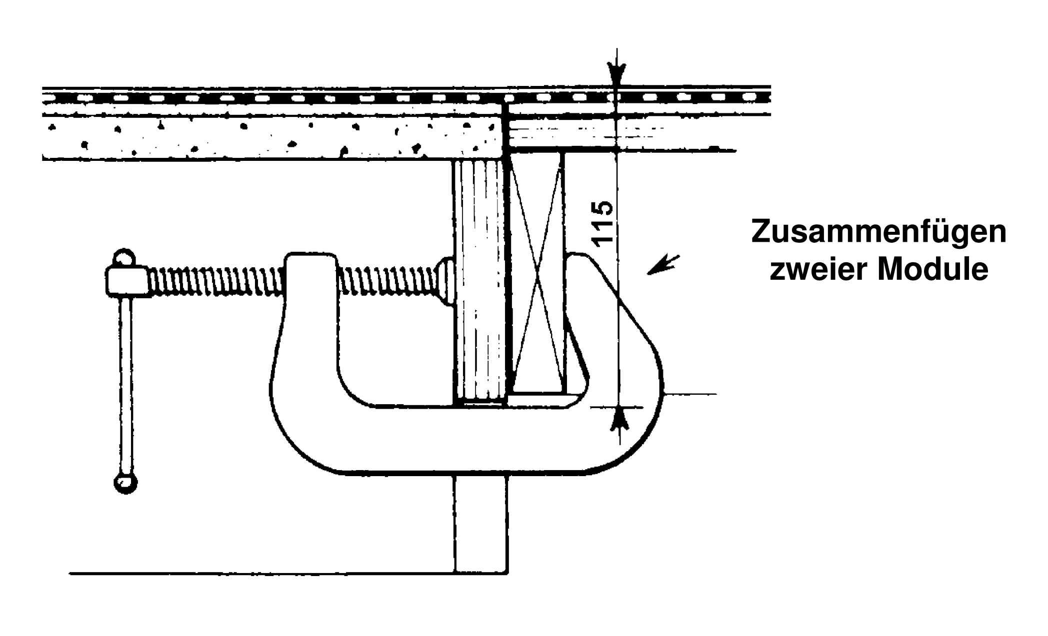


Bild 8 **Zusammenbau mit Schraubenzwinge**

3. Gleise

3.1 Höhe des Schienenprofils

Es ist empfohlen Gleise mit Schienen des PROFILS 14 nach NEM 120 (Code 55 NMRA) zu benutzen.

3.2 Anordnung

Das Gleis muss an der Schnittstelle rechtwinklig liegen.

3.3 Verwendung

Die Spurweite muss 6,5 mm sein. Übliche „Z“-Gleise können benutzt werden.

4. Elektrische Ausstattung der Module

Die Triebfahrzeuge sind von „Z“-Modellen abgeleitet, die mit einer kleineren Betriebspannung als „N“-Modelle betrieben werden.

Netzgeräte für Nenngröße N dürfen auf keinen Fall benutzt werden. Die Fahrspannung muss von Geräten für die Nenngröße Z erzeugt werden.

Die Anschlüsse von „Nm“-Gleisen dürfen mit „N“-Gleisanschlüssen nicht kompatibel sein.

Anstelle der bei „N“ benutzten DIN-Lautspecherstecker werden 2,5 mm-Klinken-Stecker verwendet

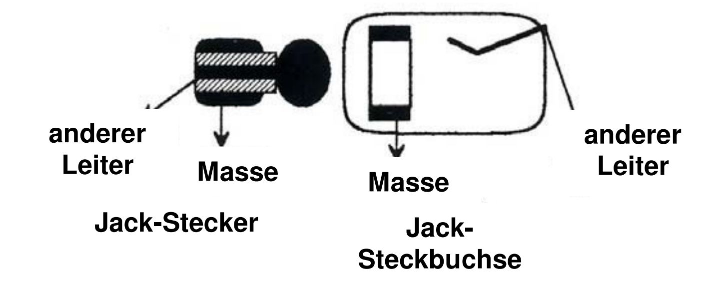


Bild 9 Stecker und Kupplung für „Nm“-Einspeisung

Bei einer Schnittstelle Typ LINKS sind die Schienen an der Steckbuchse angeschlossen. Die Schiene links ist mit dem Masse-Anschluss verbunden.

Bei einer Schnittstelle Typ RECHTS sind die Schienen am Stecker angeschlossen. Die Schiene rechts ist mit dem Masse-Anschluss verbunden.

5. Informationen



Association Française des Amis du N
79 rue du faubourg Poissonnière
75009 - PARIS.
Internet: http:// www.afan.fr



Fédération Française de Modélisme Ferroviaire
128, rue Buffon
59210 COUDEKERQUE-BRANCHE
Internet: http://www.ffmftrain.org
Courriel: info@ffmftrain.org

1. Einleitung

SWISSMODUL®

- Die vorliegende Dokumentation stützt sich auf NEM 900, Ziffer 4
- ist eine Weiterentwicklung (Okt.1986) des Vorschlags NEM 906D
- ist für 2-Leiter-Gleichstrom nach NEM 621 mit zentraler Stromversorgung ausgelegt
- ist gedacht für europäische Bahnthemen (z.B.: SBB, BLS, SOB, DB, SNCF usw.)
- strebt einen von Punkt-zu-Punkt-Fahrbetrieb an (nach Möglichkeit kein Kreisbetrieb)
- möchte mit wenigen und verständlichen Festlegungen die H0-Modelleisenbahner vor allem der Schweiz zum Modulbau einladen.

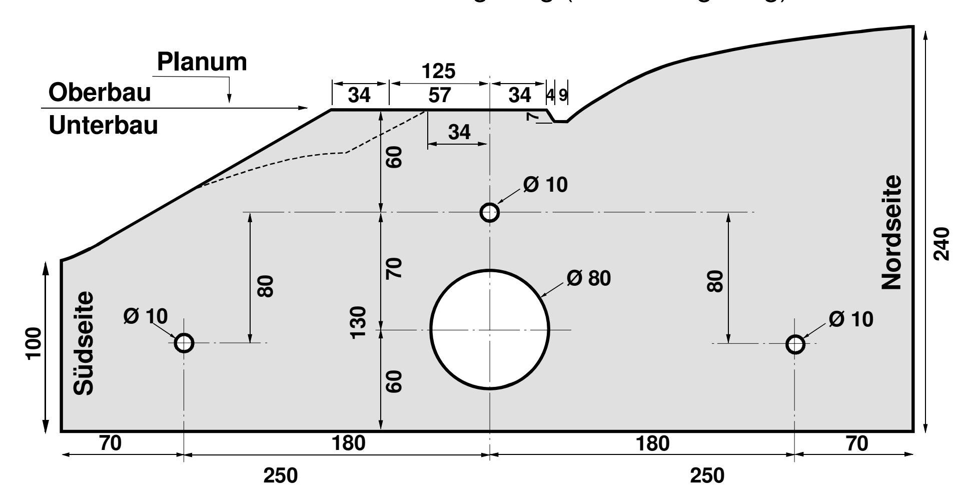
2. Modulkasten (Norm-Anschlussfläche, Modularten und -formen)

a) Modulkastenmaterial: Sperrholz 10mm, wasserfest, 5-fach verleimt

b) Norm-Anschlussfläche (Modulschnittstelle):

Bild 2.b: Norm-Anschlussfläche 2-gleisig (- - - - = 1-gleisig)

Die Oberkante besitzt ein Geländeprofil. Die tiefere, dem Betrachter zugewandte Modulseite wird mit „Südseite", die hintere Seite mit „Nordseite" bezeichnet (siehe NEM 900, Punkt 2.2).



c) Anschlussflächen-Verbindung (Modulverbindung):

Für die Verbindung zweier Module empfiehlt sich M8-Schrauben mit Flügelmuttern und Unterlegscheiben von ca. 24 mm Ø zu verwenden. Die Verwendung eines 10 mm Ø Zentrierstiftes in der oberen 10 mm Ø Bohrung ist nur dann ratsam, wenn dadurch keine Niveau-Differenz beim Gleis entsteht.

d) Streckenmodule (Standard: 3 verschiedene Formen / Spezial: diverse Formen):

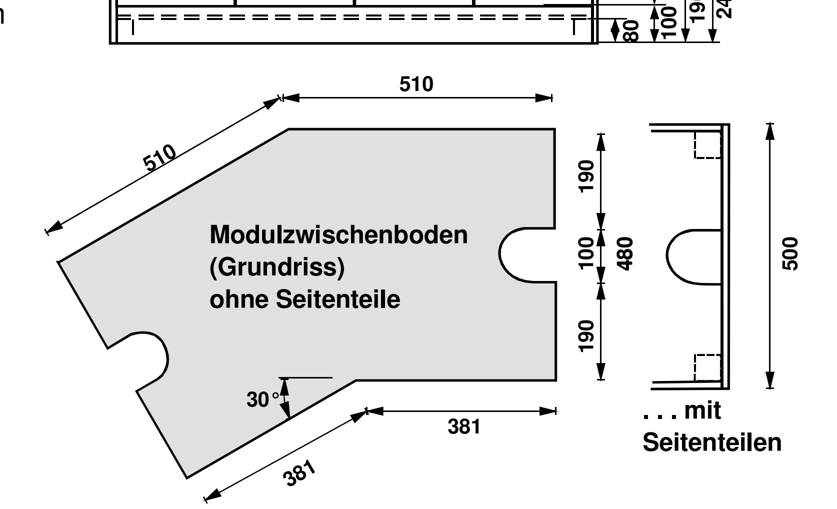
Der Modulkasten ist verzugs- und verwindungsfrei herzustellen. Er sollte auf einem Tisch plan aufliegen. Der Modulkasten ist zu verstärken (z.B. mit 4 Eckholzklötzen 30mmx30mmx80mm und mit einem Zwischenboden der auf den Eckverstärkungen aufliegt oder mit Querstreben).

d,1) **Standard-Streckenmodul**: 1- und 2-gleisig, nur mit Norm-Anschlussflächen (siehe 2.b):

d,1,1 **gerade** **1200 mm**: (Seitenriss)
Länge. 1200 mm
Breite: 500 mm
Zwischenboden: 480 x 1180 mm

d,1,2 **gebogen 30°**
(mit Südseite-Innenbogen):
Maximalradius:
- Nordgleis: 1700 mm
- Südgleis: 1650 mm

d,1,3 **gebogen 30°**
(mit Südseite-Außenbogen):
Maximalradius:
- Nordgleis: 1700 mm
- Südgleis: 1750 mm



d,2) **Spezial-Streckenmodul** 1- oder mehrgleisig (versch. Größen und Formen):

Sie weichen in einem oder mehreren Punkten von den Standard-Streckenmodulen ab. Ihre Größe und Form (Länge/Breite) richtet sich nach den eigenen Wünschen, Bedürfnissen und Transportmöglichkeiten. Sie haben im Normalfall Norm-Anschlussflächen, sofern sie 1- oder 2-gleisig sind. Ausnahme: Bei zwei oder mehr zusammengehörenden Modulen können Ihre aneinandergrenzenden Anschlussflächen von der Norm (Bild 2.b) abweichen und die Gleise können in Kurven überhöht werden, nach NEM 114. Modulverbreiterungen erfolgen auf der Modulsüdseite.

e) Übergangs-, Bahnhofs- und Abzweigmodule: sie sind alle Spezialmodule:

- Übergangsmodule haben auf einer Seite (zum Standardmodul) eine Norm-Anschlussfläche.
- Bahnhofsmodule erhalten in der Regel eine Holzplatte über die ganze Moduloberfläche (Planum) ohne Zwischenboden. Ihre Anschlussflächen sind in der Regel rechteckig (ohne Geländeprofil, Höhe 190 mm x Breite). Ihre Breite richtet sich nach den eigenen Wünschen und Bedürfnissen, ebenso die Gleisanordnung. Verbreiterungen erfolgen auf der Modulsüdseite.
- Abzweigmodule haben im Normalfall Norm-Anschlussflächen.

f) Trasseebrett -Breite der Streckenmodule (Normalfall):

- für 1 Gleis: 90 mm
- für 2 Gleise: 150 mm

g) Modul-Unterseite und -Füße: Siehe NEM 900, Punkte 2.5 und 2.6.

h) Modul-Außenflächen: Farbanstrich: Mittelgrau-matt «RAL 7001».

3. Gleis

a) **Höhe des Schienenprofils** (Gleismaterial):

2,1 mm (= Profil 20, oder Code 83) im Moment 4 verschiedene Fabrikate im Handel.

b) **Höhe Schienenoberkante**:

8 mm	ab Planum	(leichte Abweichung von NEM 122 „Bahnkörper", SO = 10mm)
198 mm	ab Modulunterkante	(Planum = 190 mm über der Modulunterkante)
1098 mm	über Fussboden	(Planum = 1000 mm, siehe NEM 900, Punkt 2.4)

c) **Minimaler Gleis- /Weichenradius :**

1000 mm empfiehlt sich bei allen sichtbaren Gleisbogen (Streckengleise, Bahnhofeinfahrtsgleise) anzuwenden (bis 800 mm im Ausnahmefall). Weichenwinkel nach Möglichkeit unter 10°.

600 mm im unsichtbaren Gleisbereich (Tunnel). Weichenwinkel bis ca. 12°.

d) **Gleislage, -verlegung und -bettung bei der Modulschnittstelle mit Norm-Anschlussflächen:**

- Gleislage bei 1-gleisiger Strecke: Modulmitte = Gleismitte.
- Gleislage bei 2-gleisiger Strecke: Das Südgleis liegt 50 mm vor dem in der Modulmitte liegende Nordgleis (siehe Bild 2.b).
- 25 mm enden alle Gleisprofile vor dem Modulende (Achtung! Rechtwinklig zur Anschlussfläche).
- Schwellen und Schotterbett werden bis zum Modulende verlegt.
- Nach Verbindung der Module werden 49 mm lange Schienenprofile eingelegt (mit Schienenverbinder).
- Keine Gleisüberhöhungen in Kurven bei der Norm-Anschlussfläche.

e) **Signalanhalteabschnitt** (vor dem Bahnhof) im Normalfall:

- Länge: ca. 500 mm (oder ca. 350 mm mit davor geschaltetem Bremsabschnitt).
- Ende: ca. 500 mm vor der ersten Bahnhofsweiche.
- Trennstelle: In der Regel werden beide Schienenprofile durchgetrennt (Trennstelle isolieren!).

f) **Fahrleitung** (Oberleitung):

Eine Fahrleitung kann je nach Bahn-Thema aufgebaut werden. Sie kann (muss aber nicht) funktionstüchtig sein. Der erste/letzte Mast steht bei allen Streckenmodulen beim Nordgleis 110 mm (Mastausleger/Fahrdrahtpunkt) von der Anschlusskante entfernt.

4. Elektrische Ausrüstung

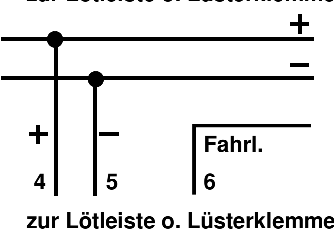
a) Keine Leiter mit Netzspannung/-strom am oder innerhalb des Moduls:

Aus Sicherheitsgründen dürfen nur Leiter mit Nennspannungen bis zu 48 V und Nennströme bis maximal 2 A (SEV-Norm) am Modul angebracht werden. Die elektrische Ausrüstung der Module darf keine Änderungen oder Ergänzungen an Lok und Wagen zur Folge haben. Jedes Gleis eines Moduls muss mindestens eine Fahrstromeinspeisung besitzen.

b) Versorgungskabel, 10-polig à 0,75 mm² mit Scart-Stecker 21-polig (Europa-Stecker/ Buchse, Peri-TV):

Alle Streckenmodule (Standard und Spezial) sind mit mindestens 10 einzelne Litzen à 0,75 mm² unter dem Modulzwischenboden auszurüsten. Dieses Litzen sind bei der linken Modulseite ca. 300 mm über die Anschlussflächen zu führen. Sie sind mit dem 21-poligen Scart-Stecker auszurüsten. Die Scart-Buchse (Kupplung) darf innerhalb der rechten Modulseite höchstens 200 mm von der Anschlussflächenmitte entfernt lose oder am Modul befestigt werden.

c) Belegung der Pole 1-10 des Versorgungskabels (Litzenquerschnitt: 0,75 mm²).



NORDGLEIS (Gleis 1)	Fahrrichtung:
Pol 1 (**- blau**):	0-14V Gs (Fahrstrom)
Pol 2 (**+ rot**):	0-14V Gs (Fahrstrom)
Pol 3 (**+ grün**, im Normalfall):	Fahrleitung

SÜDGLEIS (Gleis 2)	Fahrrichtung:
Pol 4 (**+ rosa**):	0-14V Gs (Fahrstrom)
Pol 5 (**- violett**)	0-14V Gs (Fahrstrom)
Pol 6 (**+ gelb**, im Normalfall):	Fahrleitung

Pole 7 & 8 (**braun**):	16V Ws nur für 'Fahrreglerspeisung' (Litzenkabel-Paar)
Pole 9 & 10 (**weiß**):	16V Ws nur für 'Verbraucher' (Litzenkabel-Paar)
Pole11 bis 20:	Reserviert für 'Blocksystem'

d) Fahrstromversorgung und -regelung:

- Nur Fahrregler ohne Trafo verwenden. Sie haben 16V Ws von den Polen 7 & 8 'Fahrreglerspeisung' zu beziehen und geben den regelbaren Gleichstrom bei den Streckenmodulen an die entsprechenden Pole 1-3 des Nord- bzw. des Südgleises 4-6 ab.
- pro Fahrstrecke und Bahnhof ist **je** ein Fahrregler zu verwenden (Streckenfahrregler / Bahnhoffahrregler).
- Ein Bahnhof an 2-gleisiger Strecke besitzt mindestens 2 Bahnhoffahrregler.
- Ein Bahnhof kann auch mit einer 'Z-Schaltung' ausgerüstet werden.
- Der Signalanhalteabschnitt, vor einem Bahnhof, wird mit dem Streckenfahrregler bedient.
- Ein auf Halt geschalteter 1-gleisiger Signalanhalteabschnitt muss von der Rückseite problemlos befahren werden können.
- Durchgangsbahnhofsmodule haben nur die Pole 7-10 weiterzuführen (Normalfall).

e) Beleuchtungs- und Funktionsstrom:

Lampen, Signale, Weichenantriebe usw.: Beleuchtungs- und/oder Funktionsstromverbraucher im Streckenbereich können am Versorgungskabel an den Polen 9 & 10 'Verbraucher' angeschlossen werden, solche im Bahnhofsbereich werden an eine Modulbesitzer-Stromquelle angeschlossen.

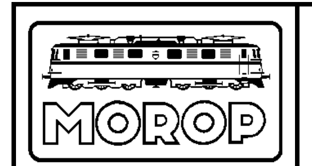
f) Blocksteuerung Ein handelsübliches System
(Pole 11-20, oder über separates Kabel).

g) **Kommunikationsleitung:** Wird bei einer größeren Anlage notwendig.
Sie wird lose unter die Module verlegt.

5. Geländegestaltung: Vegetationszeit: Spätsommer/Frühherbst (Normalfall).

6. Bezugsquellen für. Modul-Bauanleitung, detailliert Fr. 12.-- (exkl. Porto) bei:
SWISSMODUL -Freunde, Postfach 83, CH- 5432 Neuenhof

Modulbausätze und Modulkästen im Rohbau bei:
DIORAMA-MODELLBAU, Postfach 45, CH-6038 Gisikon



Normen Europäischer Modellbahnen

Anlagen-Module MAS 60 / Spur H0

NEM 933/2 CH

Dokumentation **Maße in mm** **Ausgabe 1992**

1. Einleitung

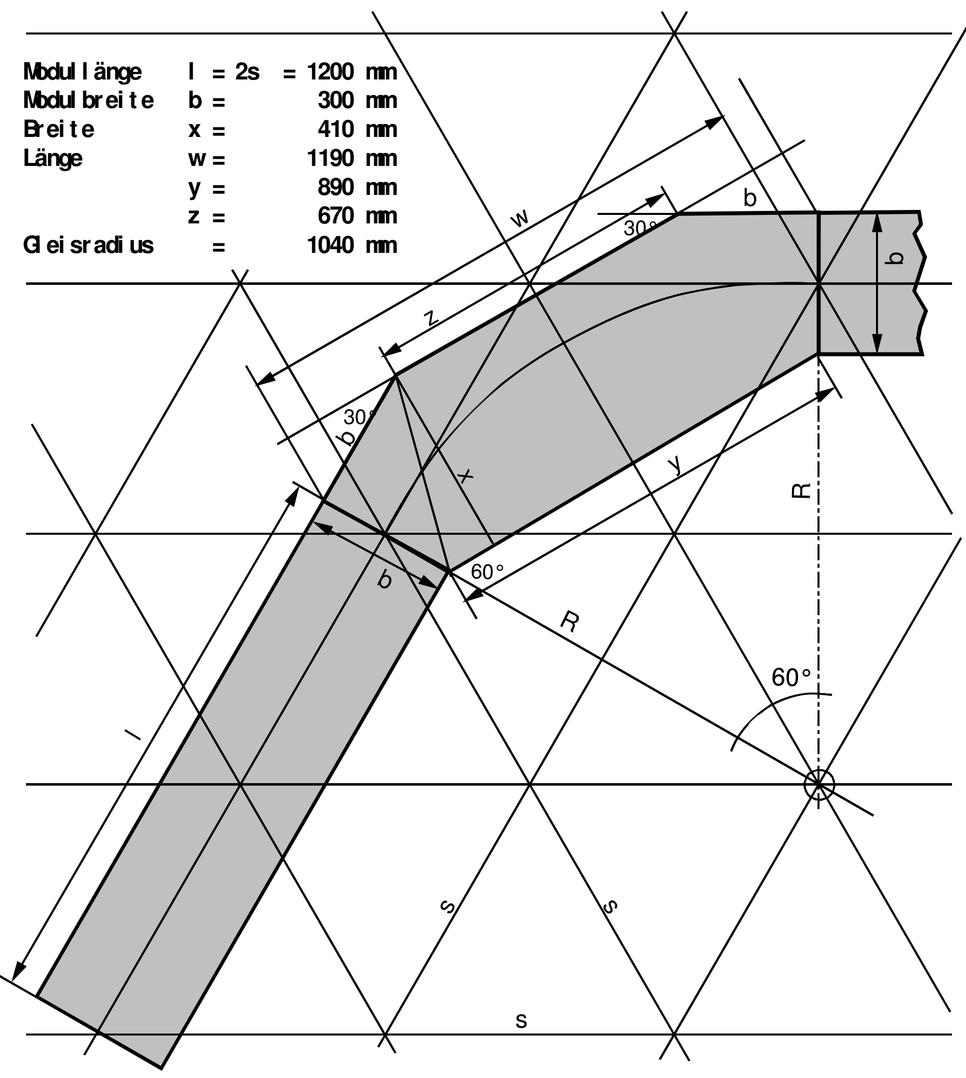
Die vorliegende Dokumentation stützt sich auf NEM 900. Ziffer 4.

Das System MAS 60 versucht grösstmögliche Freizügigkeit (Kreativität) mit minimalster Normung zu verbinden. Die einzelnen Module sind beliebig zusammenfügbar zu grösseren Einheiten und ohne jegliche Einschränkung in der Gestaltung der Anlagenform. Nur zwei Grundelemente - Bogen und Gerade - in einem 60 Grad Dreieck-Raster mit 600 mm Seitenlänge, erweiterbar nach Bedarf und gewünschter Form zu Abzweigungen links oder rechts, Knoten oder Superknoten, bilden die Grundlage.

Module nach anderen Systemen lassen sich mit Anpass- oder Übergangsmodulen auf einfache Art in das MAS 60-System einbinden.

MAS 60°/600 mm

Modulares Anlage-System im Wabennetz



Spezialmodule: aus nachstehender Zeichnung sind die möglichen Ergänzungsmodule, abgeleitet aus „Bogen“ und „Gerade“, ersichtlich.

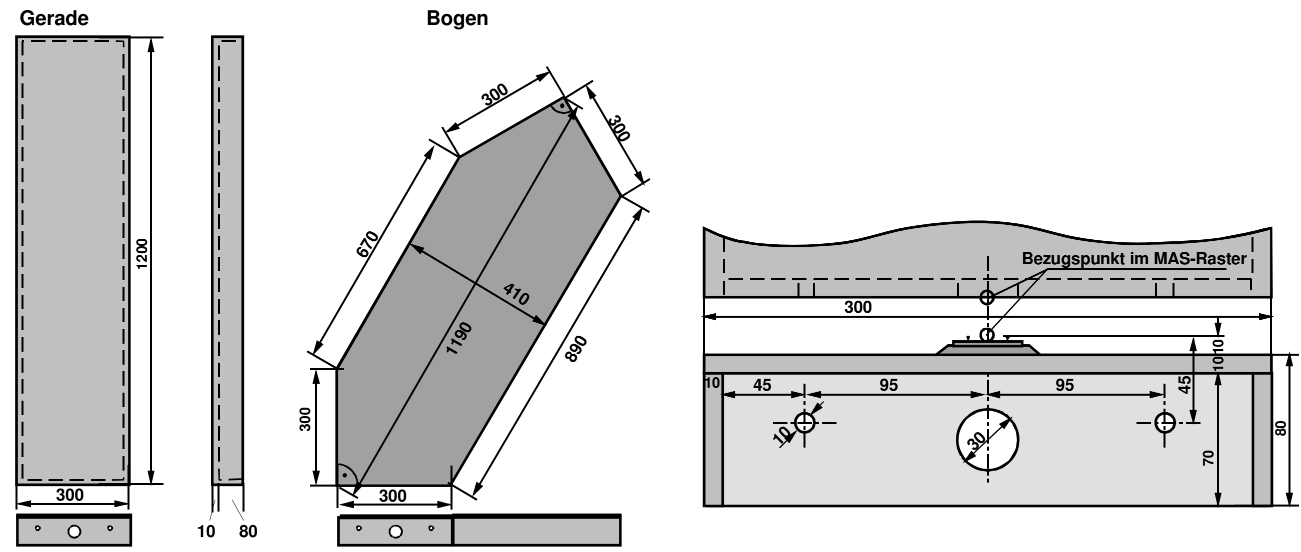
Aus „Bogen“ und „Gerade“ abgeleitete Ergänzungsmodule:

2. Modulkasten

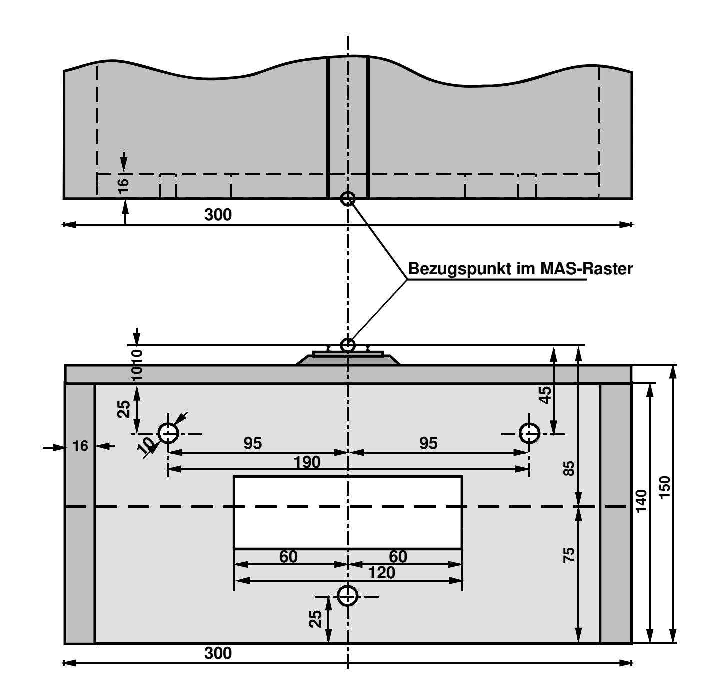
Die Formen des Modulkastens sind aus den nachfolgenden Skizzen ersichtlich. Anstelle eines Kastens kann auch ein einfaches oder verstärktes Brett in das System eingesetzt werden.

Alle Übergangsstücke von den eigenen Anlageteilen zu den Nachbarn müssen, (wenn nicht unbedingt gewollt), überhaupt nicht gestaltet werden. Sie dienen rein betriebstechnischen Gründen und haben sogar eine wohltuende neutrale Trennwirkung. An einer Ausstellung können zum Teil recht verschiedenartige Anlageteile und Motive zusammenkommen, deshalb die bewusste und auch erwünschte Unterteilung.

Grundelemente: Gerade und Bogenmodul. Innerhalb der (eigenen) Module (Segmente) sind alle Abweichungen vom Standardmodul (1200 mm x 300 mm) zulässig. Einzige Bedingung: Beginn und Schluss der Module müssen ins Rastermass passen.



Bei doppelter Höhe des Kastens (150 mm) kann natürlich auch stärkeres Seiten- und Stirnbrettmaterial, wie angedeutet, verwendet werden. Verbindlich sind nur die Masse 35 mm ab Planum und der Abstand 2 x 95 mm für die Löcher in den Stirnbrettern.



Modulverbindungen: Für die Modulverbindung sind M8-Schrauben mit Flügelmuttern und Unterlegscheiben von mindestens 20 mm Durchmesser zu verwenden. Die 10-mm-Bohrungen in den Stirnbrettern ermöglichen ein Ausgleichen kleiner Differenzen in senkrechter und waagrechter Richtung. Fest eingepasste Zentrierstifte sind nicht zu empfehlen.

Farbe der Modulkasten: Frei wählbar.

3. Gleis

Gleisprofil: Code 100 (2,5 mm) oder Code 83 (2,1 mm).

Höhe Gleisoberkante: 10 mm ab Planum, resp. 1010 mm ab Fussboden (Planum 1000 mm), gemäss NEM 900, 2.4

Mimimalradien: Hauptgleise 600 mm. Beim Bogenmodul beträgt der Radius rund 1030 mm.

Gleislage bei den Modulschnittstellen: Übergabepunkt bei eingleisiger Strecke (Normalfall) ist die Gleisachse (im Rastermass). bei zweigleisiger Strecke die Doppelspurachse beider Gleise (auch im Rastermass). NEM-Normalien können problemlos eingesetzt werden. Bei mehrspurigen Gleisen muss die Lage der weiteren Schienenstränge bekannt gemacht werden.

Modulschnittstellen: Die Gleise enden auf dem Modul genau senkrecht zum Kasten (Stirnbrett) . Empfehlenswert ist das Einsetzen eines beliebigen, wenn möglich eines 1/2 oder 1/4 Gleisstückes am Modulende, um das Abreissen fest verlegter Gleise beim Transport und auch beim Zusammenbau zu verhindern.

4. Elektrik

Fahrstrom: Normalerweise 2-Leiter-Gleichstrom nach NEM 621. Wechselstrombetrieb ist auch möglich (nicht nur als Insellösung). Zwischen den Modulen ist lediglich eine 2-polige Fahrstromverbindung .mit 1,5 mm² Querschnitt nötig.

Es wird mit dem MAS 60-Streckenblock gefahren. Kommunikationsleitungen sind im Blocksystem integriert. Für die Fahrleitung besteht keine Normung.

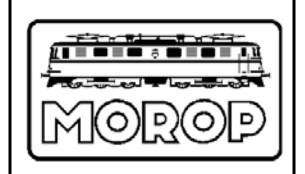
Die weiteren elektrischen Einrichtungen eines jeden einzelnen Modulbetreiber müssen nicht normiert werden. Am oder innerhalb des Moduls dürfen aus Sicherheitsgründen nur Leiter mit Nennspannungen bis zu 48V und Nennströme bis maximal 2A (SEV-Norm) angebracht werden. Die elektrische Ausrüstung der Module darf keine Änderungen oder Ergänzungen an Lok und Wagen zur Folge haben.

5. Landschaftsgestaltung

Diese ist frei wählbar, da der Übergang von Modulen verschiedener Erbauer immer mit neutralen Zwischenmodulen gestaltet werden kann. Deshalb auch keine verbindliche Vorgabe der Vegetationszeit.

6. Handbuch und Informationen

Das MAS 60-System ist eine Entwicklung von Edi Isenring, St. Gallen (September 1987). Die detaillierte Systembeschreibung (Modulbau, Elektrik und Streckenblock) sowie Informationen über Klubs, welche nach MAS 60 bauen sind bei Edi Isenring, Grubenweg, 3280 Murten erhältlich.



Normen Europäischer Modellbahnen

Anlagen-Module Nenngröße H0 FFMF "CLASSIC"

NEM
943 F

Dokumentation **Maße in mm** **Ausgabe 2010**
(ersetzt Ausgabe 2007)

1. Einführung

Seit 1980 erarbeitet der „SYSTEME MODULAIRE H0 CLASSIC“ Empfehlungen und Normen, um durch Aneinanderreihung von vereinheitlichten und transportierbaren Anlagenteilen funktionelle und auf Ausstellungen präsentierbare Modellbahnanlagen zu bauen. Seit dieser Zeit sind mehrere hundert Module gebaut und ausgestellt worden.

2. Struktur des Moduls

2.1 Definition

Ein Modul hat im Allgemeinen eine vierseitige und meistens rechteckige Form.

Gewöhnlich nennt man:

- Südseite oder vordere Seite: die Seite, vor der das Publikum steht.
- Nordseite oder hintere Seite: die Gegenseite zum Publikum bzw. die Seite, an der die Hintergrundkulisse angebracht ist.
- Westseite oder linke Seite: die Schnittstelle, von vorn gesehen, links am Modul.
- Ostseite oder rechte Seite: die Schnittstelle, von vorn gesehen, rechts am Modul.
- Gleis 1 ist das Gleis, auf dem im Regelbetrieb (Linksverkehr) ein Zug von West nach Ost verkehrt.
- Gleis 2 ist das Gleis, auf dem im Regelbetrieb (Linksverkehr) ein Zug von Ost nach West verkehrt.

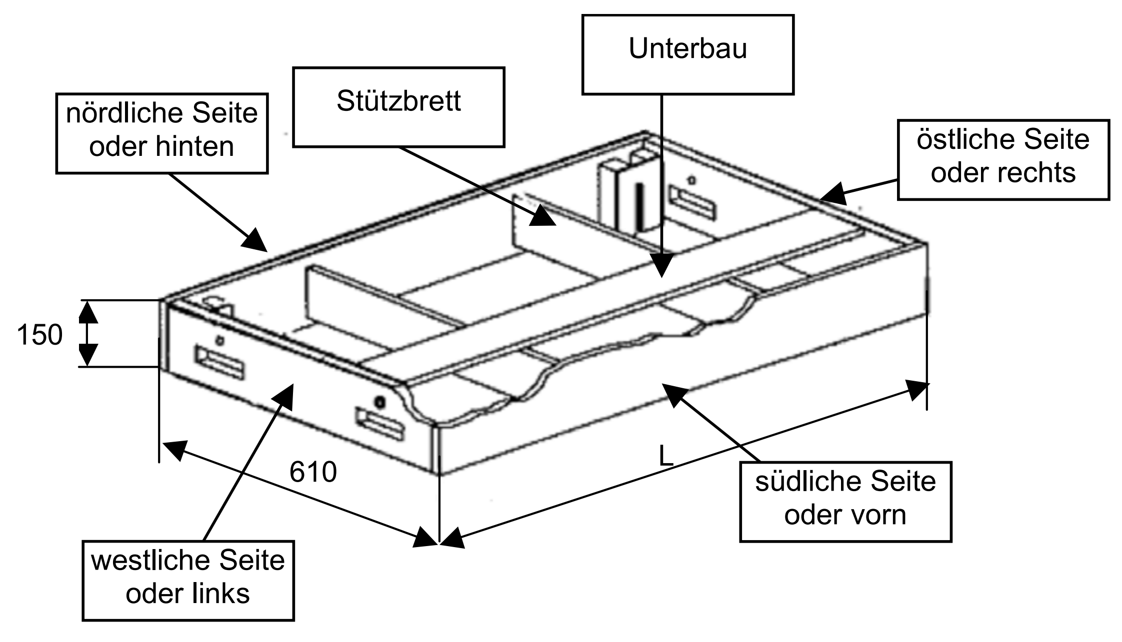


Abb. 1 Struktur

2.2 Materialien für den Bau des Modulkastens

Die Nord- und Südseiten, die Querstreben und der Trassenunterbau können mit 10 mm dickem Sperrholz gebaut werden, das den besten Kompromiss von Stabilität und Masse gewährleistet.

Um einer zufälligen schwierigen Lage standhalten zu können, wird empfohlen, die Schnittstellen mit 15 mm Sperr- oder Vollholz zu bauen.

2.3 Genormte Schnittstelle

Die Dimensionen der genormten Schnittstelle sind eine Breite von 610 mm und eine Höhe von 150 mm, unabhängig davon, ob es gerade oder Bogen-Module sind. Die Höhe der Schienenoberkante beträgt 1010 mm über dem Boden.

Der Abstand zwischen Gleis 1 und 2 beträgt 46 mm. Die Achse des Gleises 1 liegt im Abstand von 144 mm zur Südseite und die Achse des Gleises 2 liegt im Abstand von 98 mm zur Südseite.

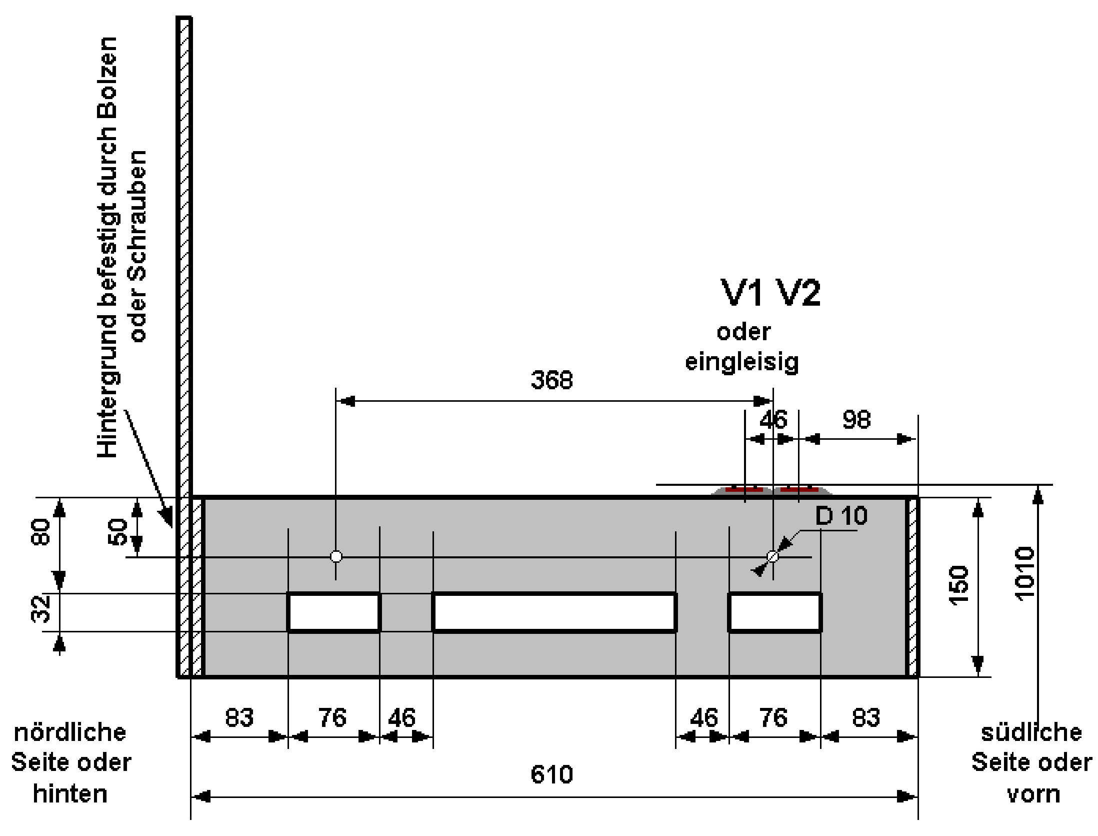


Abb. 2 Schnittstelle

2.4 Verbindung von zwei genormten Schnittstellen

An jedem Ende des Moduls werden die Gleise folgenderweise vorbereitet:

Der Schotter und die Schwellen werden bis zum Ende des Moduls geführt.

Die Schienen sind auf einer Länge von 25 mm vom Ende des Moduls entfernt und haben keine Schienenlaschen.

Die Kleineisen sind auf einer Länge von 35 mm vom Ende des Moduls entfernt.

Die Schienenlücken werden durch 50 mm lange einzelne Schienenstücke mit verschieblichen Schienenlaschen geschlossen.

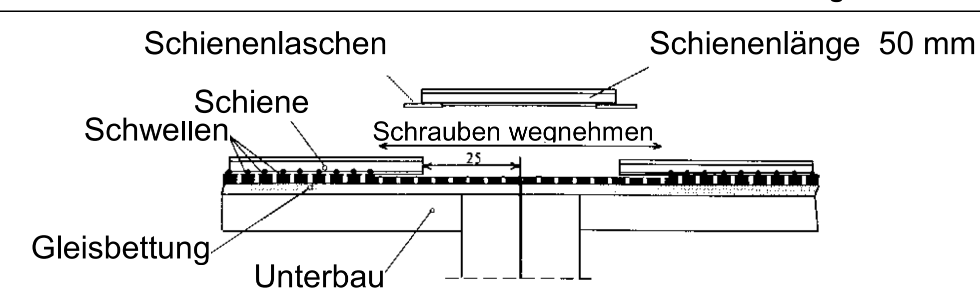


Abb. 3 Zusammenbau von zwei Modulen

2.5 Gerades Modul freier Strecke

Die Länge eines geraden Moduls ist ein Vielfaches von 610 mm, d.h. also 610 mm, 1220 mm, 1830 mm oder 2440 mm.

Für einen leichten Transport wird das Modul mit der Länge von 1220 mm empfohlen.

2.6 Bogen-Modul freier Strecke

Drei Bogen-Modularten werden vorgeschlagen. Es werden nur die Schnittstellen definiert. Die übrige Gestaltung ist frei:

- Bogen-Modul in ein Quadrat von 1220 mm einbeschrieben (Standardfall),
- Bogen-Modul in ein Quadrat von 1830 mm einbeschrieben,
- Bogen-Modul in ein Quadrat von 2440 mm einbeschrieben.

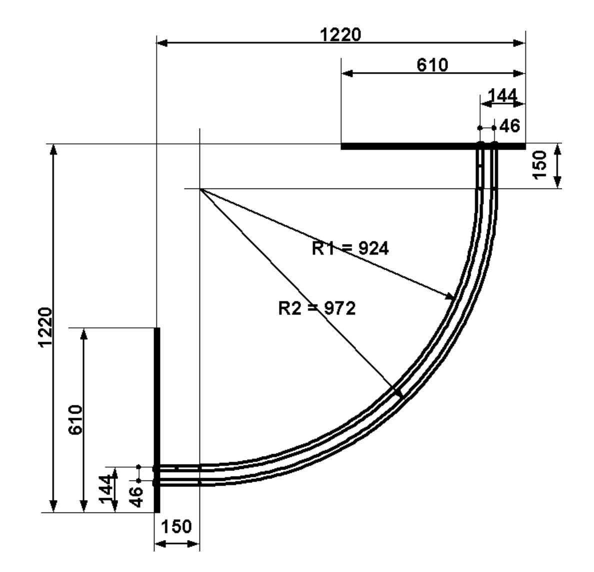


Abb. 4 Bogen-Modul 1220 mm.

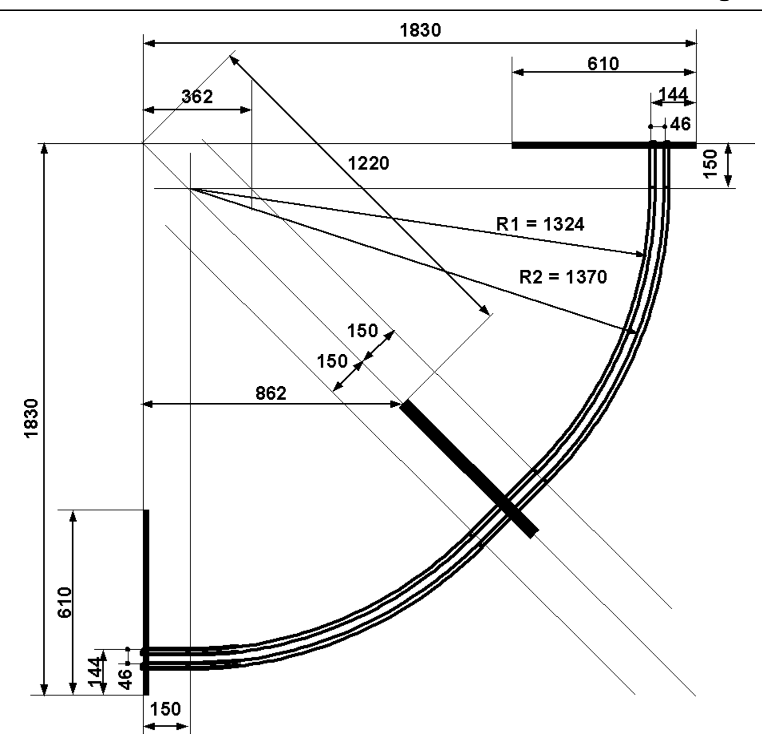


Abb. 5 Bogen-Modul 1830 mm.

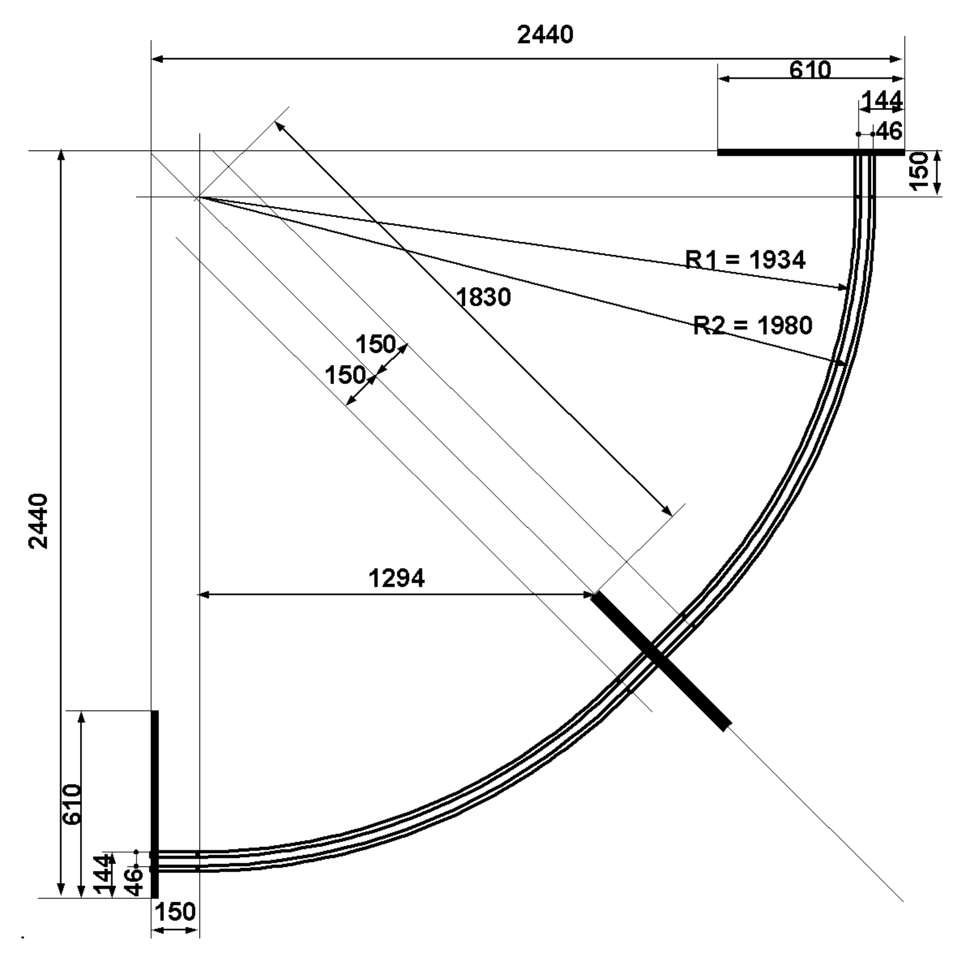


Abb. 6 Bogen-Modul 2440 mm

2.7 Anlagen-Komplexe, Verzweigungen

Diese Module müssen die genormten Schnittstellen nur an jedem Ende des Gesamtkomplexes aufweisen und eine von 610 mm vielfache Länge haben, die anderen Abmessungen sind frei.

2.8 Bahnkörperquerschnitt der Streckenmodule

Es wird empfohlen, die NEM 122 für den Bahnkörperquerschnitt anzuwenden:

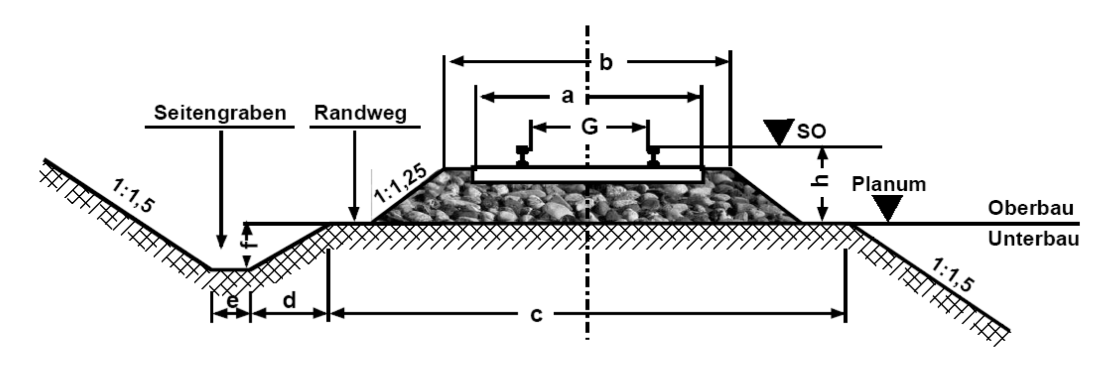


Abb. 7 Bahnkörper für eingleisige Strecke

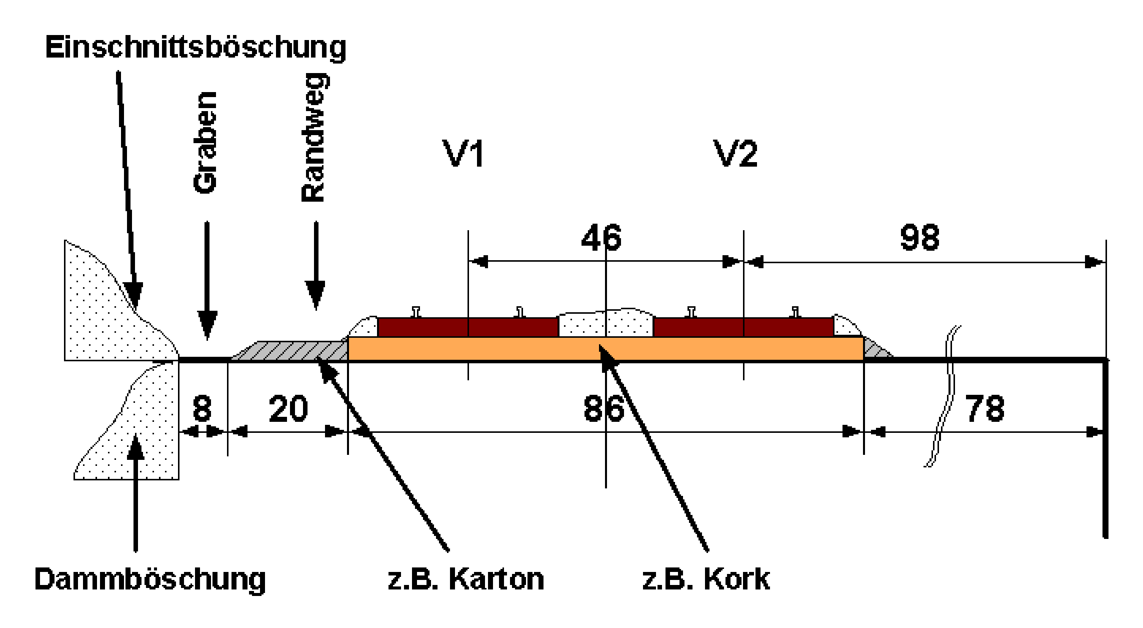


Abb. 8 Bahnkörper für zweigleisige Strecke (gerade Strecke)

3. Gleis

3.1 Höhe des Schienenprofils

Die Wahl der Schienen ist frei und alle gebräuchlichen Profile (25, 20 oder 18) sind zugelassen.

Momentan ist das Profil 25 am verbreitetsten. Neue Module mit niedrigen Schienen (Profile 20 und 18) müssen die Möglichkeit bieten, die Verbindung mit Modulen mit Schienen des Profils 25 herzustellen.

4. Elektrische Ausstattung des Moduls

Mindestens müssen die Hauptgleise V1 und V2 mit den entsprechenden Gleisen der benachbarten Module durch zwei Leitungen pro Gleis elektrisch verbunden sein.

Es ist möglich die Telefonanschlüsse des Typs PTT (Post) SRTE 6102311 zu benutzen. Die zusätzlichen Kontakte sind dann für die Blockinformationen, Signale oder Ähnliches bestimmt.

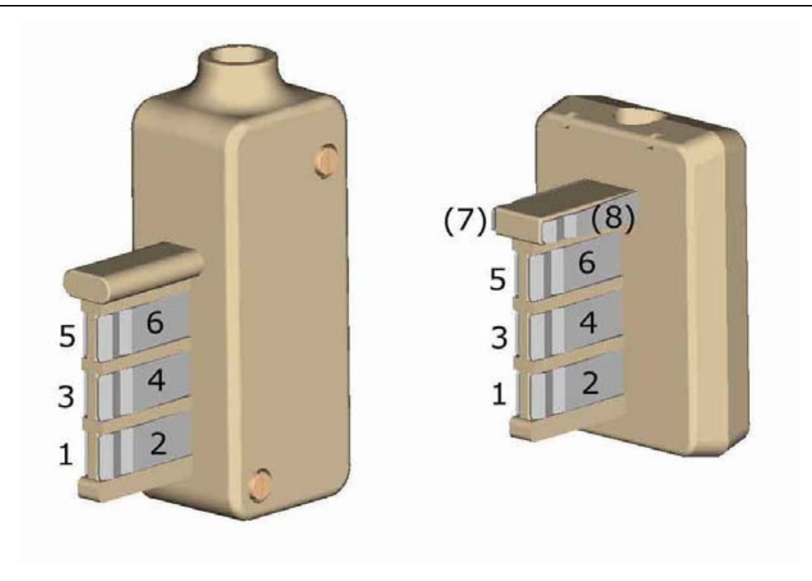


Abb. 9 PTT (Frankreich) Stecker

Alle elektrischen Schemata (genormte Kabelverbindung eines Moduls, Selbstblockung, usw.) sind im Buch „Elektrische Ausrüstung der Module“ vorgestellt (direkt verfügbar bei der FFMF).

5. Auskünfte

Fédération Française de Modélisme Ferroviaire



Internet: www.ffmf.fr
E-Mail: president@ffmf.fr



Normen Europäischer Modellbahnen

Anlagen-Module Nenngröße 0

NEM 961 D

Dokumentation **Maße in mm** **Ausgabe 2009**

(ersetzt Ausgabe 2008)

1. Einführung

Diese Modulnorm beruht auf früheren Entwürfen zu einer NEM, sowie auf der Zusammenarbeit mit FREMO. Berücksichtigt wurde daher die Vielzahl der bisher gebauten Module.

2. Grundsatz

Die Sicherstellung des niveaugleichen Überganges an der Schienenoberkante zwischen den Modulen hat Vorrang vor einer Übereinstimmung des Geländeprofils. Als feste Größe für den Modulkopf gilt das Trapez mit den Abmessungen der Spurweite G (32 mm), der Basis von 2 x 80 mm und einer Trapezhöhe von 67 mm (vgl. AGN Planungshilfe Bau von Modulen für Nenngröße 0).

3. Aufbau der Module

- Gleise werden rechtwinklig an das Modulende geführt.
- Die Modulhöhe von der Modulunterkante (MUK) bis zur Schienoberkante (SO) beträgt mindestens 150 mm.
- Die Höhe vom Boden bis zu SO beträgt 1000 mm bzw. 1300 mm (siehe Tabelle). Das Modulbein hat die minimale Höhenverstellbarkeit nach NEM 900.
- Den Modulen liegt ein Raster von 120 x 120 cm zugrunde.
- Ein Modul hat vorzugsweise eine Breite von 60 cm. Eine Breite von 30 cm soll nicht unterschritten werden.
- Ein gerades Modul hat die maximale Länge von 120 cm.
- Ein Bogenmodul hat einen Radius von 2400 mm und kann als 22,5°-, 15°- oder 7,5°-Modul ausgeführt werden.
- Der Mindestradius beträgt 1650 mm, empfohlen wird 2400 mm.
- Die Modulverbindung erfolgt mit 8 mm Schrauben und Flügelmuttern vorzugsweise mit Unterlegscheiben durch die 10 mm-Löcher des Modulkopfes.
- Es gibt 3 grundsätzliche Profile:
    1. I-Profil für Industrie- und Bahnhofsgleise (Abb. 1)
    2. O-Profil für Heranführung des Gleises inklusive Oberbau an den Modulkopf (Abb. 2)
    3. U-Profil für Heranführung des Gleises inklusive Ober- und Unterbau an den Modulkopf (Abb. 3)
- Optionale Bestückung mit Oberleitungsmasten im Regelabstand für Streckenmasten unter Einhaltung des lichten Raumes nach NEM 102 und NEM 103.

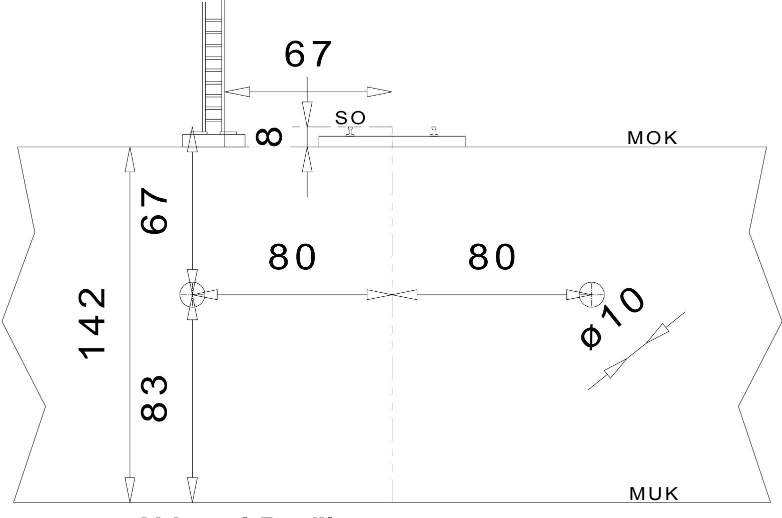


Abb.1: I-Profil

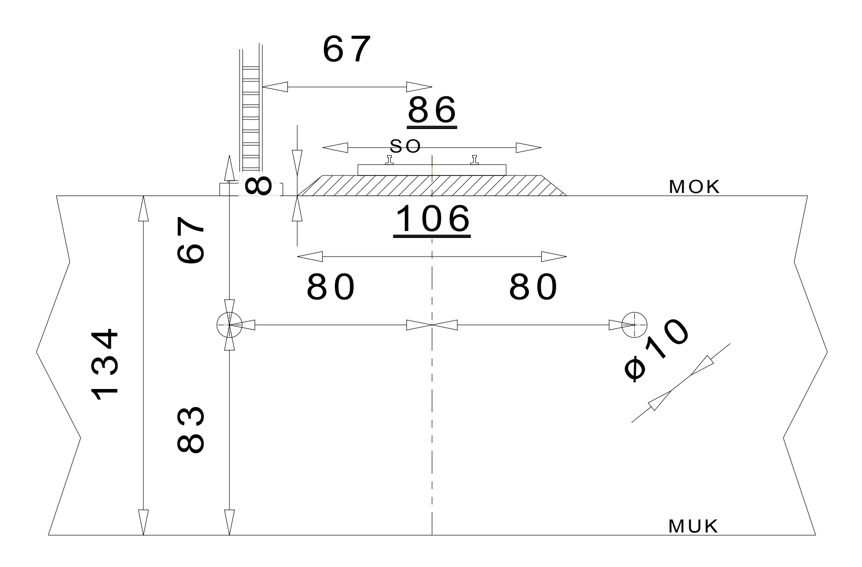


Abb.2: O-Profil

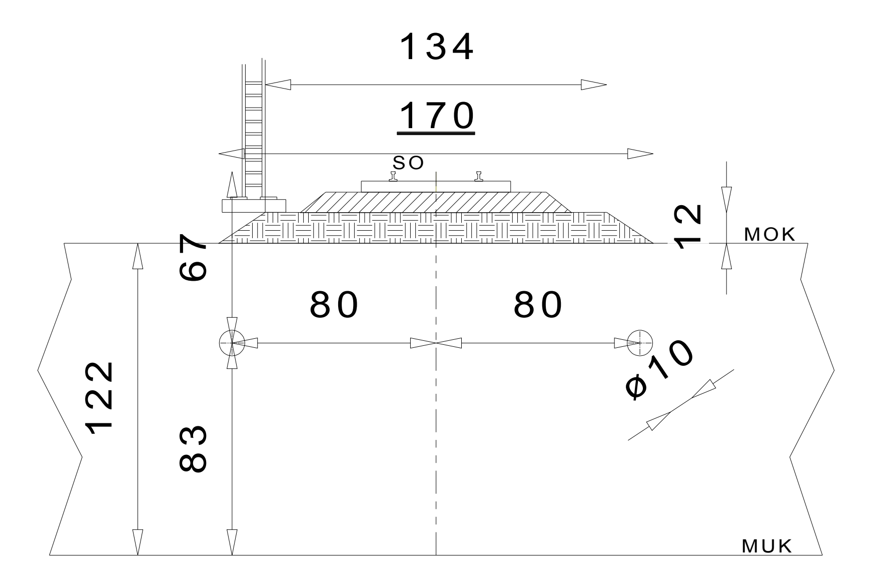


Abb.3: U-Profil

4. Elektrischer Aufbau der Module

- Verpolungssichere Verbindung der Module durch Bananenbuchse-Bananenstecker-System mit einem Durchmesser von 4 mm. Damit ist ein Modul auch um 180 Grad gedreht einfügbar.
- Dem Modul darf nur eine Schutzkleinspannung nach NEM 609 bzw. eine Digitalspannung von +/- 24 Volt Amplitudenspitze (vgl. NEM 680) zugeführt werden.
- Der Stecker ist so zu montieren, dass dieser, von der Modulmitte auf das rechte Modulende gesehen, an der rechten Schiene angeschlossen ist.
- Die Buchse ist am Modulende fest zu montieren.
- Stecker und Buchse benötigen keine Farbkodierung.
- Das Kabel soll, gemessen vom Modulende, eine Länge von 30 cm aufweisen.

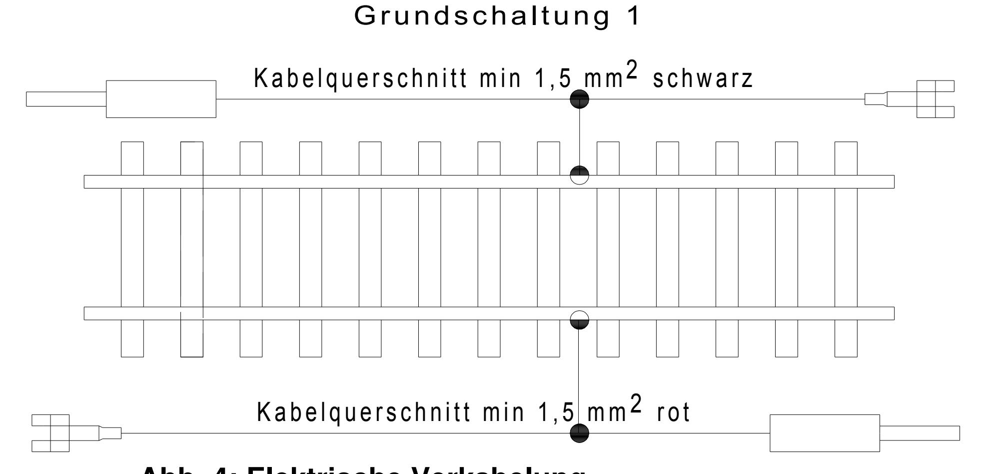


Abb. 4: Elektrische Verkabelung

5. Hinweise

- Die Berechnungen erfolgten auf Basis zweier handelsüblicher Gleissysteme (Peco Streamline, Lenz) unter Einbeziehung der NEM 122. Bei Selbstbau bzw. anderen Gleissystemen ist daher darauf zu achten, dass die Höhe von SO zu Schwellenunterseite 8 mm ergibt. Alternativ ist der Oberbau höher oder niedriger auszuführen.

- Profilbedingt führt die Positionierung des Streckenmastes beim I-Profil zu einer höheren Fahrdrahtlage, die jedoch in den Grenzen der NEM 201 liegt.

  Referenzlinie für die Länge eines Modulbeines ist die Moduloberkante (MOK)

Profiltyp	SO über Boden	Höhe h NEM 122	Höhe f NEM 122	Modulbein	Länge min	Länge max
I-Profil	1000	8	0	992	967	1017
I-Profil	1300	8	0	1292	1267	1317
O-Profil	1000	16	0	984	959	1009
O-Profil	1300	16	0	1284	1259	1309
U-Profil	1000	16	12	972	947	997
U-Profil	1300	16	12	1272	1247	1297

Tabelle: Maße (in mm) für Modulbeine

Anmerkung: Die Höhe h beim I-Profil ist um die Höhe des Oberbaues verringert, da dieser bei Industrie- und Bahnhofsgleisen so nicht ausgeprägt ist.

6. Auskünfte

- Arbeitsgemeinschaft Spur 0 e.V.
  Internet: www.argespur0.de
  E-Mail: vorstand@argespur0.de

- Freundeskreis Europäischer Modellbahner (FREMO)
  Internet: www.fremo-net.eu

- Arbeitsgruppe Normen des BDEF (AGN)
  Internet : www.bdef.de
  E-Mail : agn@bdef.de

1. Einführung

Seit 1985 erarbeitet der „SYSTEME MODULAIRE 0 CLASSIC“[1] Empfehlungen und Normen, um durch Aneinanderreihung von vereinheitlichten und transportierbaren Anlagenteilen funktionelle und auf Ausstellungen präsentierbare Modellbahnanlagen zu bauen. Seit dieser Zeit sind zahlreiche Module gebaut und ausgestellt worden. Dieses System wird durch „Cercle du Zéro“ vorgeschlagen.

2. Struktur des Moduls

2.1 Definition

Ein Modul hat im Allgemeinen eine vierseitige und meistens rechteckige Form.

Man definiert:

- Südseite oder vordere Seite: die Seite, vor der das Publikum steht.
- Nordseite oder hintere Seite: die Gegenseite zum Publikum bzw. die Seite, an der die Hintergrundkulisse angebracht ist.
- Westseite oder linke Seite: die Schnittstelle, von vorn gesehen, links am Modul.
- Ostseite oder rechte Seite: die Schnittstelle, von vorn gesehen, rechts am Modul.
- Gleis 1 ist das Gleis, auf dem im Regelbetrieb (Linksverkehr) ein Zug von West nach Ost verkehrt.
- Gleis 2 ist das Gleis, auf dem im Regelbetrieb (Linksverkehr) ein Zug von Ost nach West verkehrt.

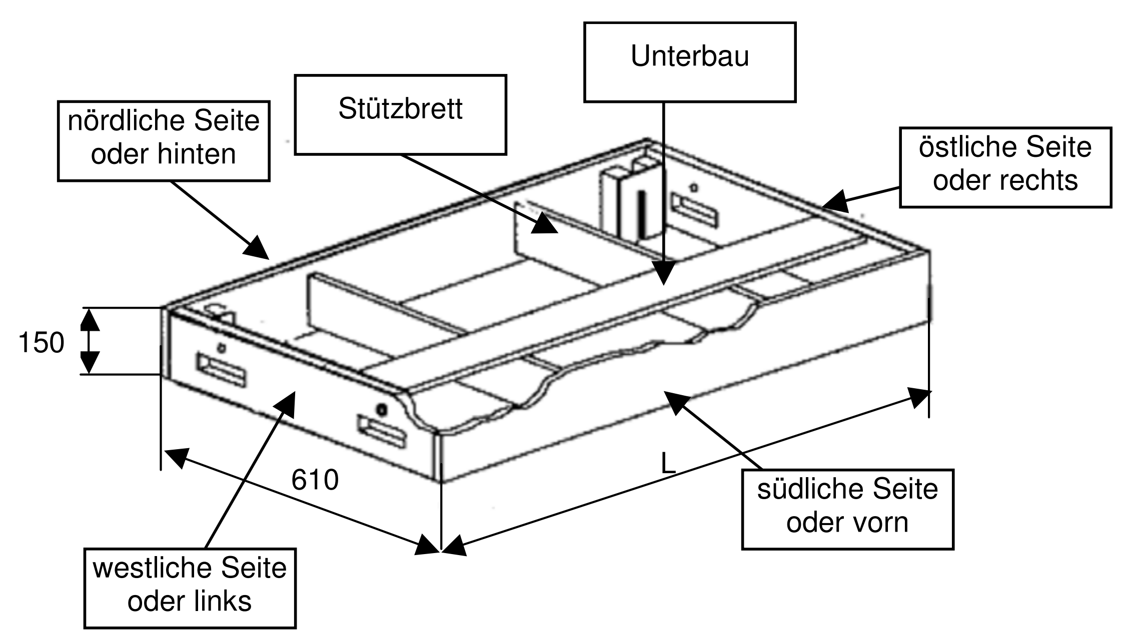


Abb. 1: Struktur

Die innere Ausführung ist frei.

[1] Seither ist ein neues Modul-System entwickelt worden, die „Modules 4000“.

2.2 Materialien für den Bau des Modulkastens

Die Nord- und Südseiten, die Querstreben und der Trassenunterbau können mit 10 mm dickem Sperrholz gebaut werden, das den besten Kompromiss von Stabilität und Masse gewährleistet.

Um Verformungen zu vermeiden, wird empfohlen, die Schnittstellen mit 15 mm Sperr- oder Vollholz zu bauen.

2.3 Genormte Schnittstelle

Die Dimensionen der genormten Schnittstelle sind eine Breite von 610 mm und eine Höhe von 150 mm, unabhängig davon, ob es gerade oder Bogen-Module sind. Die Höhe der Schienenoberkante beträgt 1200 mm über dem Boden.

Der Abstand zwischen Gleis 1 und 2 beträgt 95 mm. Die Achse des Gleises 1 liegt im Abstand von 265 mm zur Südseite und die Achse des Gleises 2 liegt im Abstand von 170 mm zur Südseite.

Es sind drei Schnittstellenarten, die untereinander kompatibel sind, vorgesehen:

1. STANDARD
2. MITTEL
3. SCHMAL

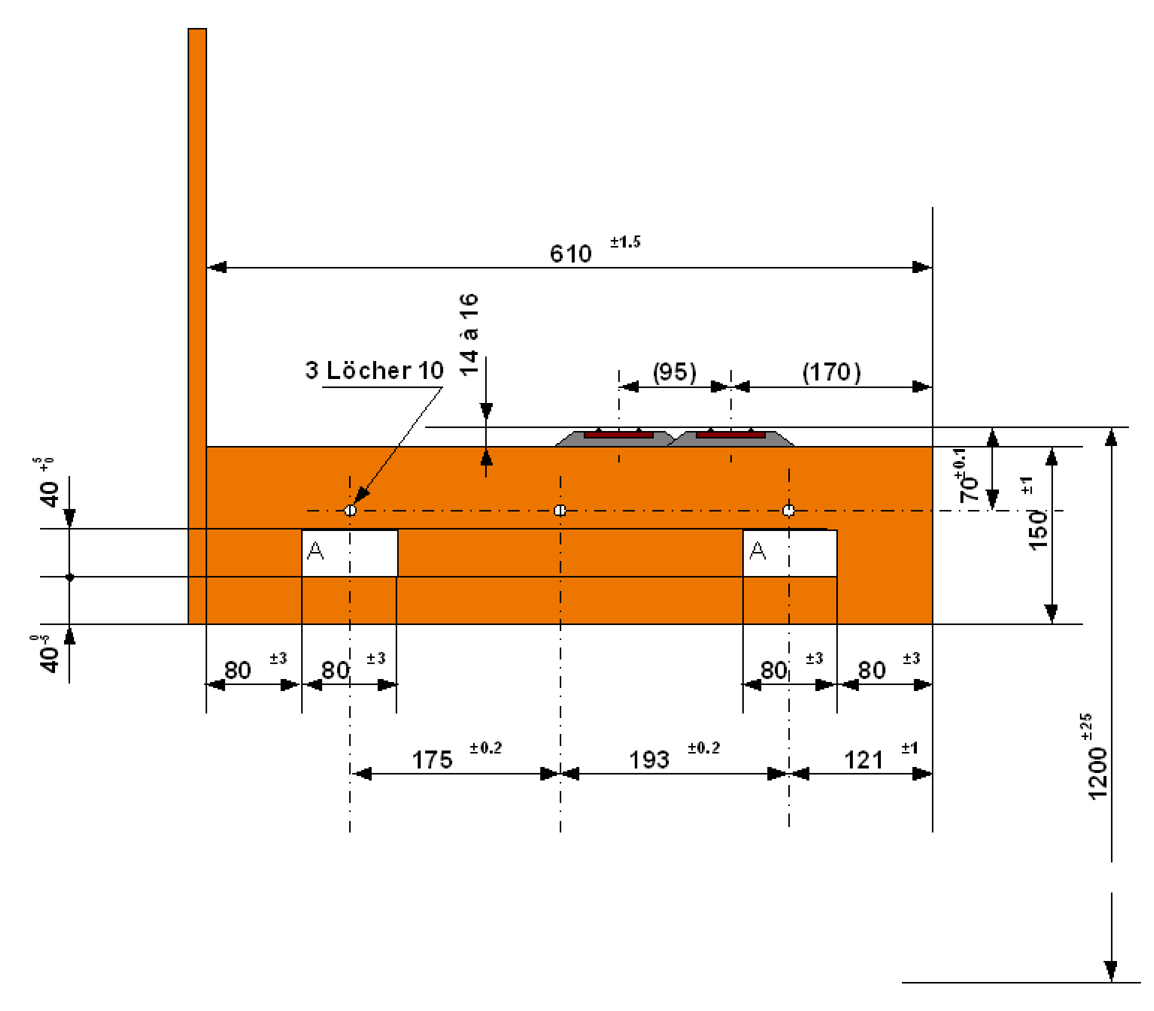


Abb. 2: Standard-Schnittstelle

2.4 Verbindung von zwei genormten Schnittstellen

An jedem Ende des Moduls werden die Gleise folgendermaßen vorbereitet:

- Der Schotter, die Schwellen und die Schienen werden bis zum Ende des Moduls geführt.
- Die Lücken A sind wahlfrei. Sie können als Griff dienen.

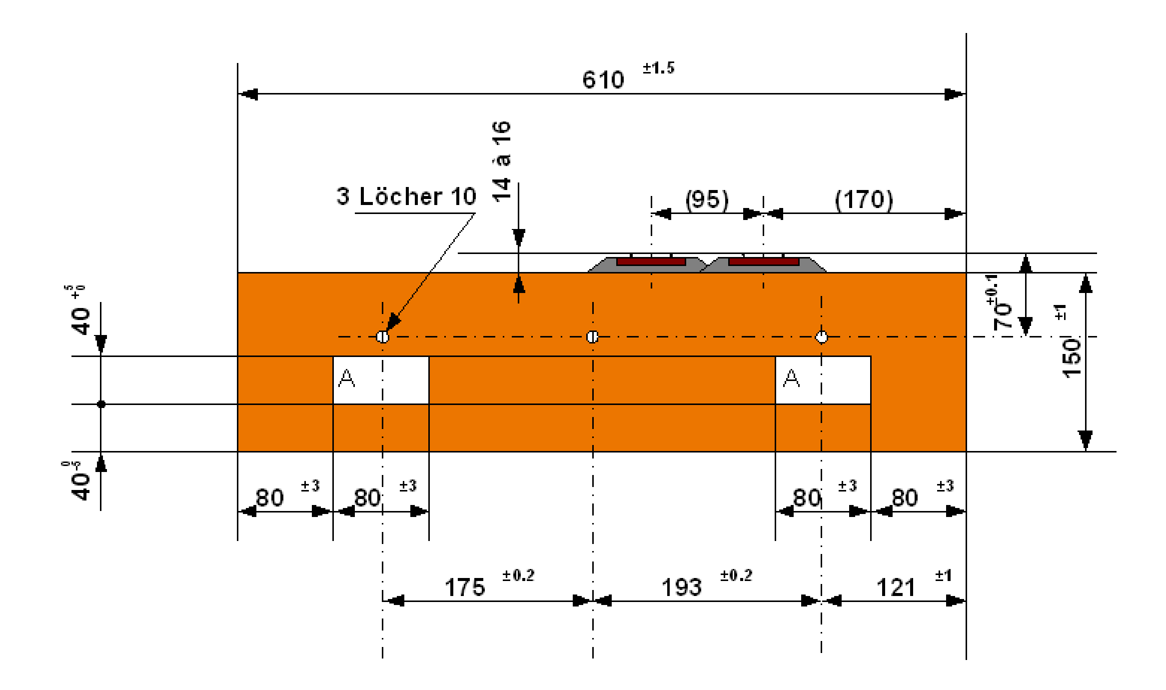


Abb. 3: Schnittstelle für Standard-Module mit Normalspur

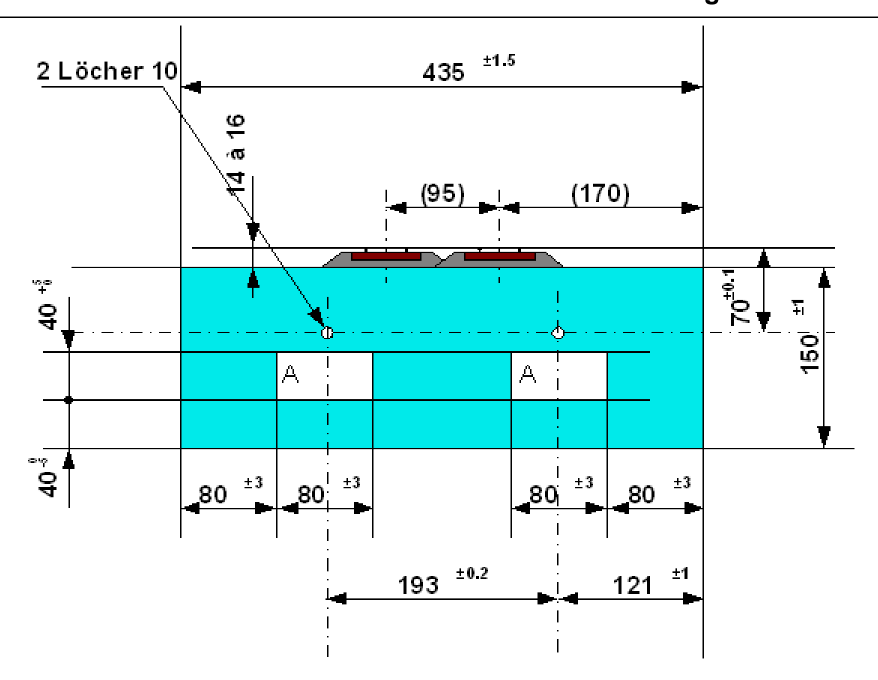


Abb. 4: Schnittstelle für Mittel-Module mit Normalspur

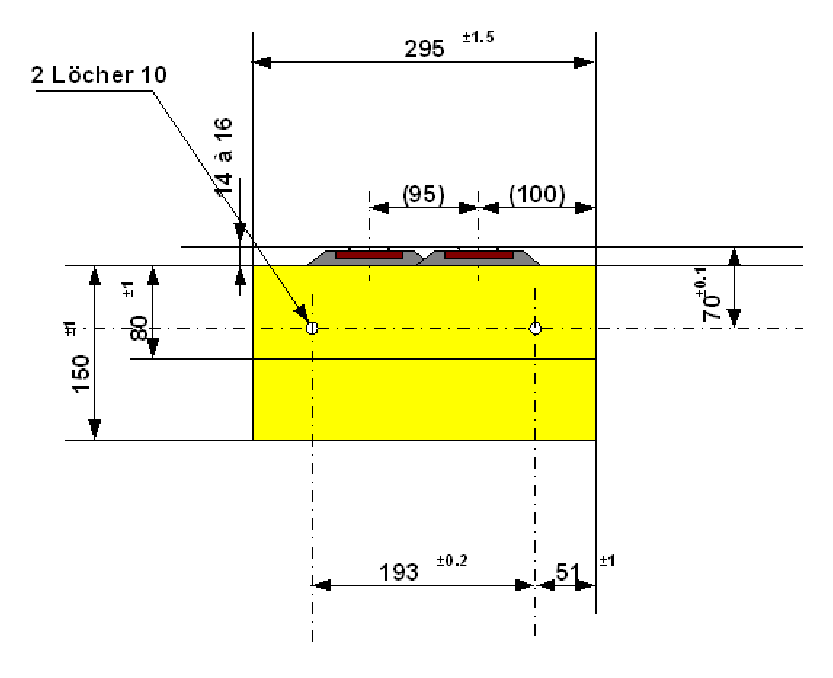


Abb. 5: Schnittstelle für Schmal-Module mit Normalspur

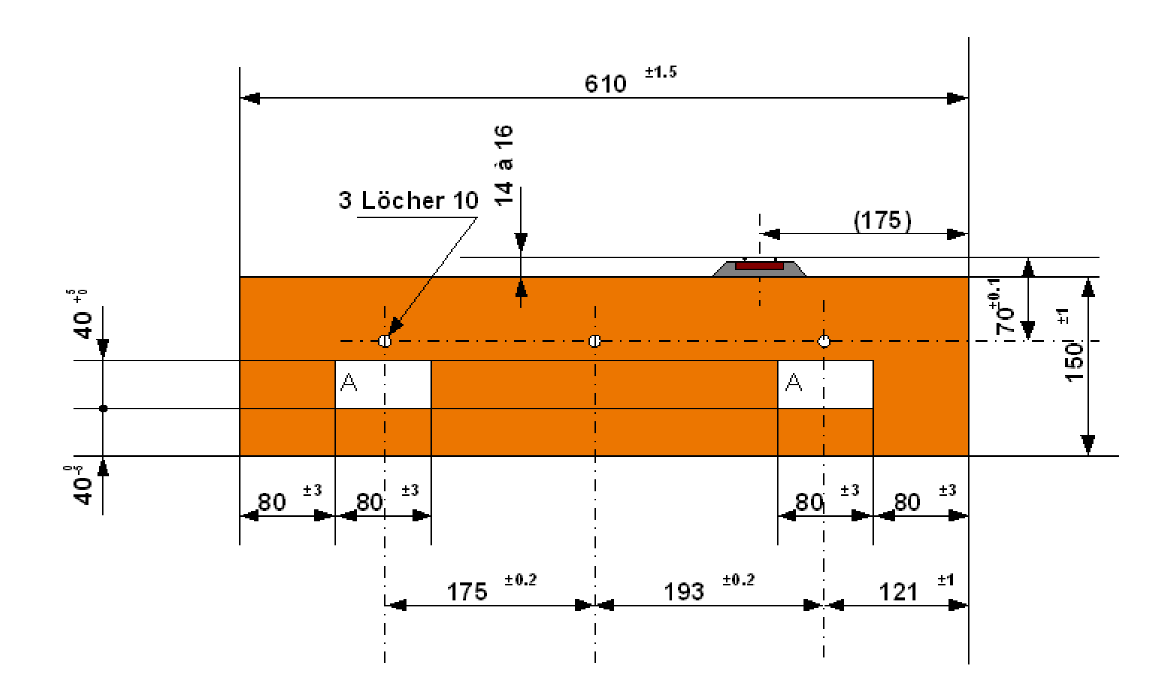


Abb. 6: Schnittstelle für Standard-Module mit Meter- oder kleinerer Spur

1. Die Länge eines Moduls oder einer Reihe von Modulen muss ein Vielfaches n der Basislänge M = 305 mm (n * M) sein. Dieses Modul oder diese Reihe von Modulen muss an jedem Ende eine genormte Schnittstelle aufweisen. Es wird empfohlen n = 4 (1220) zu wählen, aber n = 3 (915), n = 5 (1525) oder n = 6 (1830) passen ebenfalls.
2. Jedes nicht genormte Modul (oder eine Reihe von Modulen) kann mittels Verbindungsmodulen mit je einer genormten Schnittstelle in eine normale Reihe integriert werden. Das Ganze (nicht genormte Module und Verbindungsmodule) muss die Forderung 1 erfüllen.
3. Die Höhe der Füße muss um mindestens ± 25 mm verstellbar sein, um die möglichen Niveauunterschiede zwischen den Modulen ausgleichen zu können, sowie wegen der Unregelmäßigkeiten des Bodens. Die Ausgestaltung der Beine ist frei.
4. An den Schmal-Modulen kann der untere Teil der Stirnfläche fehlen.[2]
5. Die Verbindung der Module geschieht vorzugsweise durch M8-Bolzen mit Muttern in Löchern von 10 mm Durchmesser mit Unterlagscheiben von ca. 30 mm Durchmesser und minimaler Dicke von 3 mm und / oder durch Schraubzwingen.
6. Empfohlener minimaler Radius des Bogens ist 2300 mm. Bei Radien unter 2000 mm wird empfohlen den Gleisabstand auf 100 mm zu vergrößern (vgl. NEM 112).

[2] Diese Ausführung wird wegen der geringeren Verwindungsstabilität nur für kurze Module (610) vorgeschlagen.

7. Der Viertelkreis liegt in einem fiktiven Viereck, dessen Seitenlänge ein Vielfaches der Basislänge darstellt (p * M) und hat an zwei Enden genormte Schnittstellen. Es wird empfohlen p = 10 zu nehmen. Details sind nachstehend dargestellt.

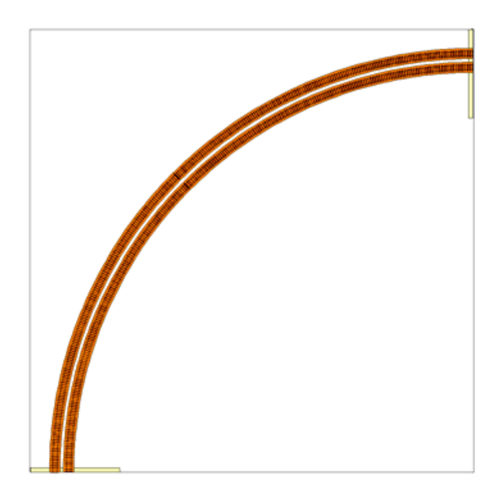


Abb. 7: Viertelkreis "extérieur" (Außenlage)

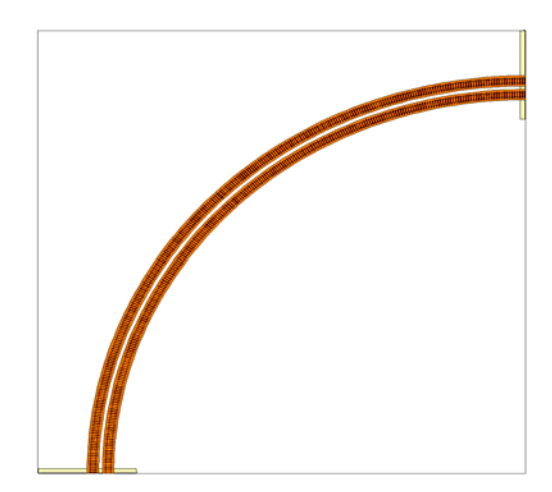


Abb. 8: Viertelkreis "intérieur" (Innenlage)

8. Die Mittel- und die Schmal-Module sind symmetrisch in Bezug auf die Achse der zweigleisigen Strecke, also umdrehbar. Das Mittel-Modul, das die Flucht der Modulvorderkanten gewährleistet, erlaubt zum Beispiel entweder die Verbindung zu Bogenmodulen, deren Aufbau anders herum orientiert ist (Abb. 9), oder die Blickrichtung auf die Anlage umzudrehen (Abb. 10). Das Schmal-Modul, das in gleicher Weise mit einem Standard- oder mit einem Mittel-Modul verbunden werden kann, kann zum Beispiel für Brücken oder Bahndämme benutzt werden (Abb. 11). Es ist leicht zu transportieren.

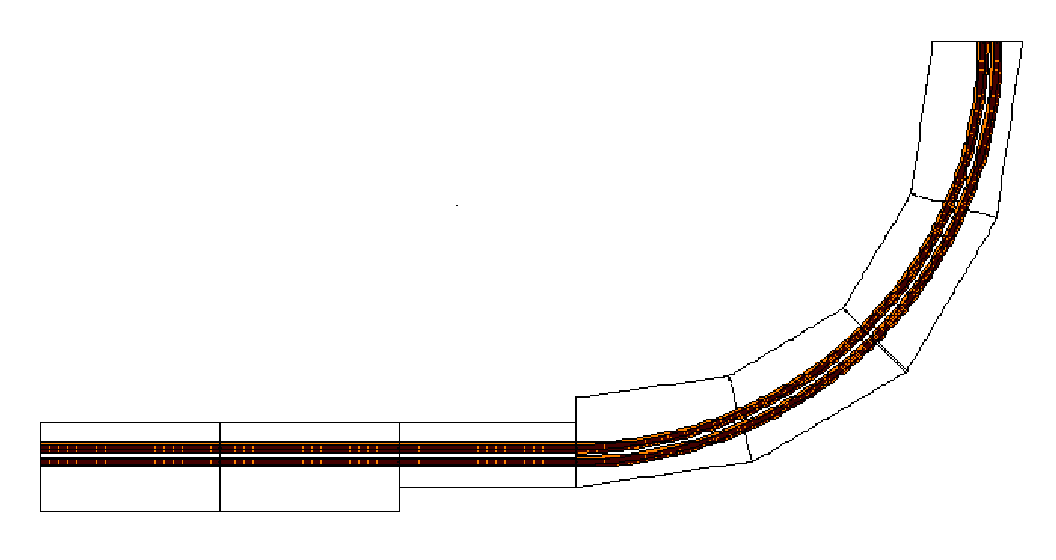


Abb. 9

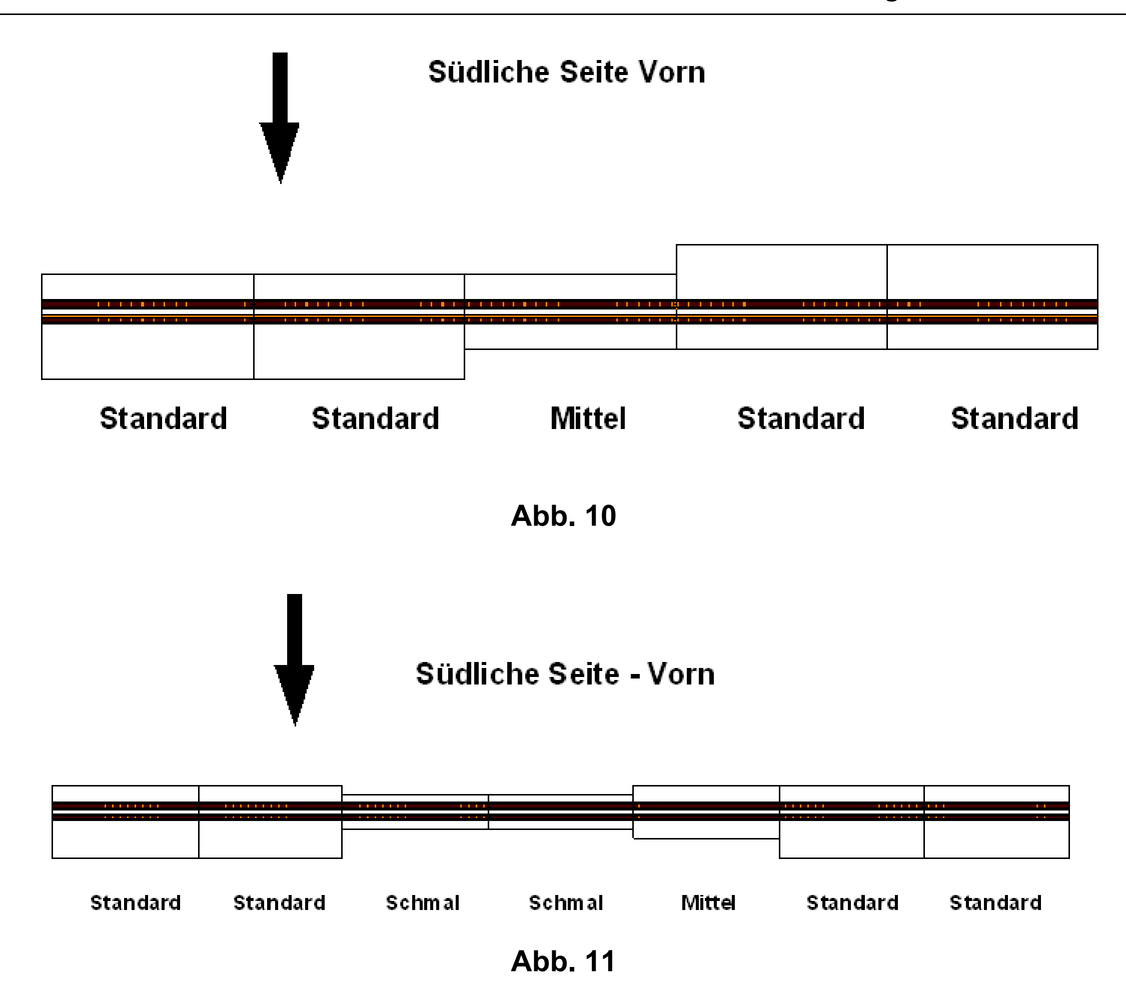


Abb. 10

Abb. 11

2.5 Anlagen-Komplexe, Verzweigungen

Diese Module müssen die genormten Schnittstellen nur an jedem Ende des Gesamtkomplexes aufweisen und eine von 305 mm vielfache Länge haben. Die anderen Abmessungen sind ab einem Mindestmaß von 610 mm frei.

2.6 Bahnkörperquerschnitt der Streckenmodule

Es wird empfohlen die NEM 122 für den Bahnkörperquerschnitt anzuwenden:

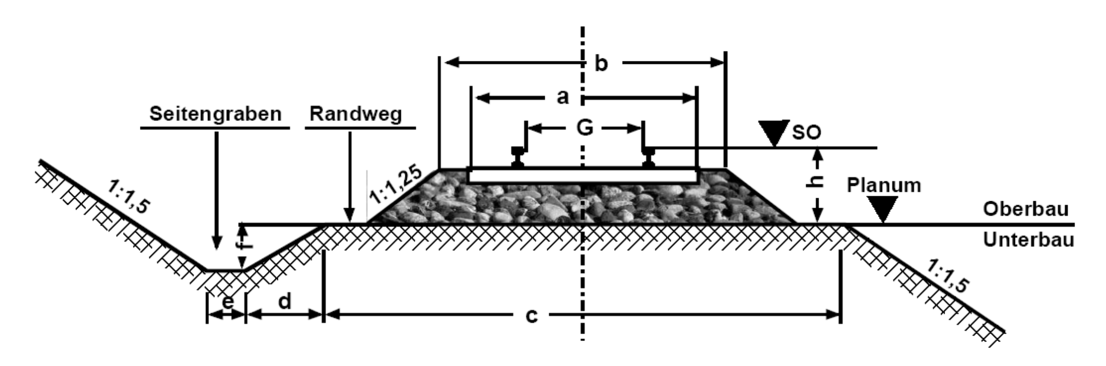


Abb. 12: Bahnkörper für eingleisige Strecke

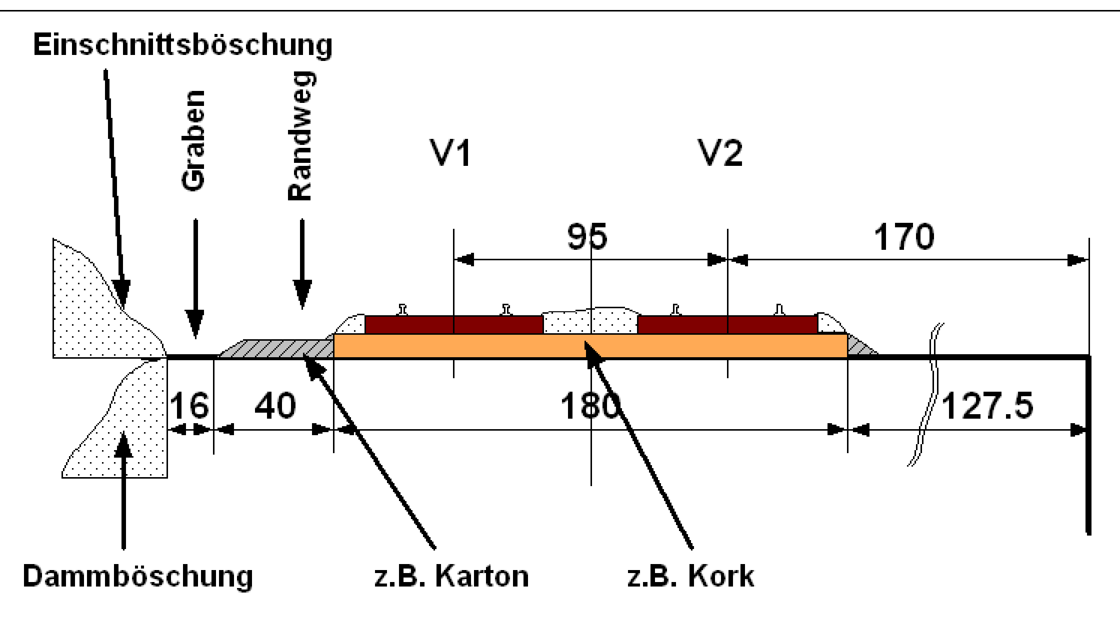


Abb. 13: Bahnkörper für zweigleisige Strecke (gerade Strecke)

3. Gleis

3.1 Höhe des Schienenprofils

Die Wahl der Schienen ist frei und alle gebräuchlichen Profile (30 oder 35) sind zugelassen.

Diese Profile sind am verbreitetsten, aber die Benutzung kleinerer Profile zum Beispiel für Nebengleise ist möglich. Zu beachten ist dabei die Notwendigkeit, die verschiedenen Profile verbinden zu können.

4. Elektrische Verbindung der Module

An jedem Modul-Ende müssen auf der Innenseite der Schnittstellen die alle Schienen-stränge elektrisch an eine Verteilerplatte angeschlossen werden, um

- die elektrische Verbindung zum folgenden Modul durch Leitungen und
- die Prüfung der elektrischen Funktion des Moduls (Stromunterbrechung, Kurzschluss, insbesondere, wenn das Modul Weichen umfasst) zu ermöglichen

Zusätzlich ist es möglich, einen Mehrfachsteckverbinder insbesondere auf einer Reihe von Modulen hinzufügen. Die Wahl der Verbindung ist frei. Es wird empfohlen, sich dazu auf regionaler oder nationaler Ebene zu verständigen.

Es ist möglich die Telefonanschlüsse des Typs PTT (Post) SRTE 6102311 zu benutzen. Die zusätzlichen Kontakte sind dann für die Blockinformationen, Signale oder Ähnliches bestimmt.

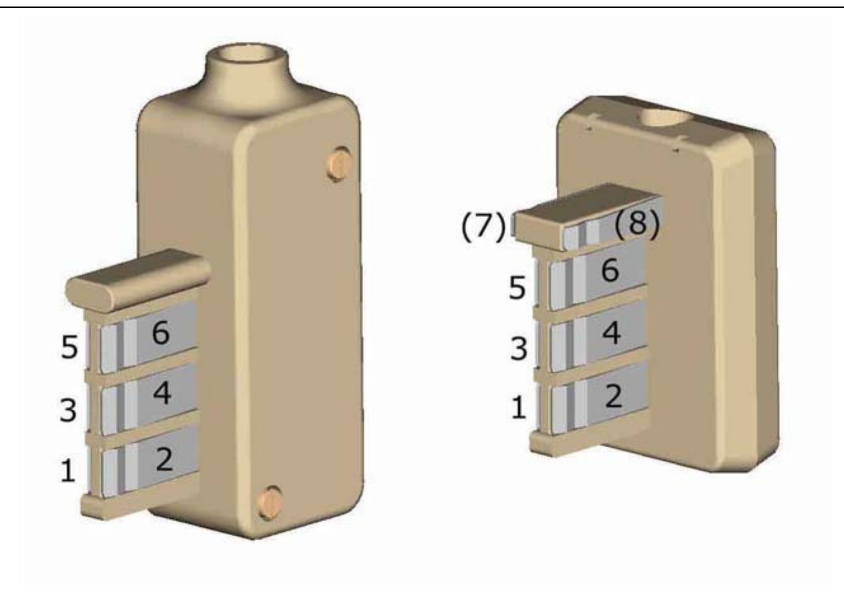


Abb. 14: PTT-Stecker (Frankreich)

Alle elektrischen Schemata (genormte Kabelverbindung eines Moduls, Selbstblockung, usw.) sind im Buch „Elektrische Ausrüstung der Module“ vorgestellt (direkt verfügbar bei der FFMF).

Im Regelfall und für die nach 1999 gebaute Modulen gilt, die Anschlüsse werden mit 8-poligem PTT-Stecker an der WEST-Seite und einer Buchse an der OST-Seite hergestellt. Die Bogen-Module sind mit je einem Stecker und einer Buchse an der WEST- und der OST-Seite auszurüsten (siehe Abschnitt 5).

5. Bogen-Module

5.1 Vorbemerkung

Wichtig ist, eine Modulanlage an verschiedenen Orten aufbauen zu können, vor allem mit einer wechselbaren Geometrie. Das erfordert eine perfekte Tauschbarkeit der Module. Dies ist leicht für gerade Module mit parallelen Gleisen und mit identischen Schnittstellen. Schwieriger ist es mit Modulen, die individuell eingesetzt werden. Sie müssen die folgenden Bedingungen erfüllen:

a) Die Trapeze sind gleichschenklig und damit symmetrisch.
b) Die Schnittstellen sind identisch.
c) Die Gleise enden rechtwinklig zu den Schnittstellen.
d) Der Gleisradius ist bei Modulen mit Außenlage der gleiche wie bei Modulen mit Innenlage.

Die Bedingung c) ist erfüllt wenn der Bogenmittelpunkt im Schnittpunkt der Verlängerungen der beiden nicht parallelen Seiten des Trapezes liegt.

5.2 Bogen-Module, von der Bogenaußenseite (konvexen Seite) sichtbar

Ein von bogenaußen sichtbarer Viertelkreis besteht aus:

1. zwei Trapezen mit einem Spitzenwinkel von 15°, und einem Radius des äußeren Gleises von 4500 mm (diese werden als „TRAPEZE A“ bezeichnet) und
2. zwei Trapezen mit einem Spitzenwinkel von 30° und einem Radius des äußeren Gleises von 2187 mm (diese werden als „TRAPEZE B“ bezeichnet).

Um einen Viertelkreis zu bilden werden die Module in Reihenfolge A-B-B-A zusammengefügt.

Damit sind die in Abschnitt 5.1 genannten Anforderungen erfüllt.

Der Bogen mit dem größeren Radius für die Module „TRAPEZE A“ erlaubt ein eine weichere Einfahrt in den Bogen.

Das Ganze ist in ein Quadrat mit 3036 mm Seitenlänge eingetragen.

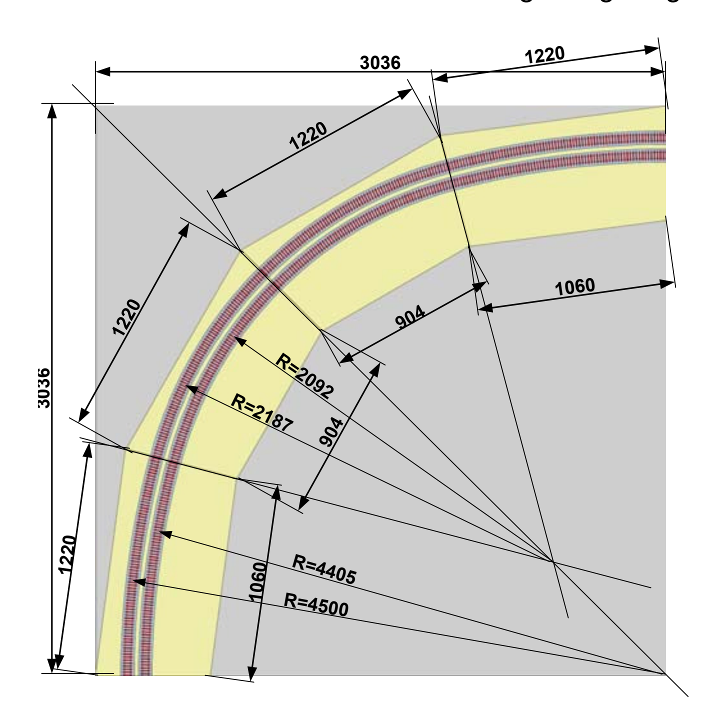


Abb. 15: Bogen-Module von bogenaußen sichtbar

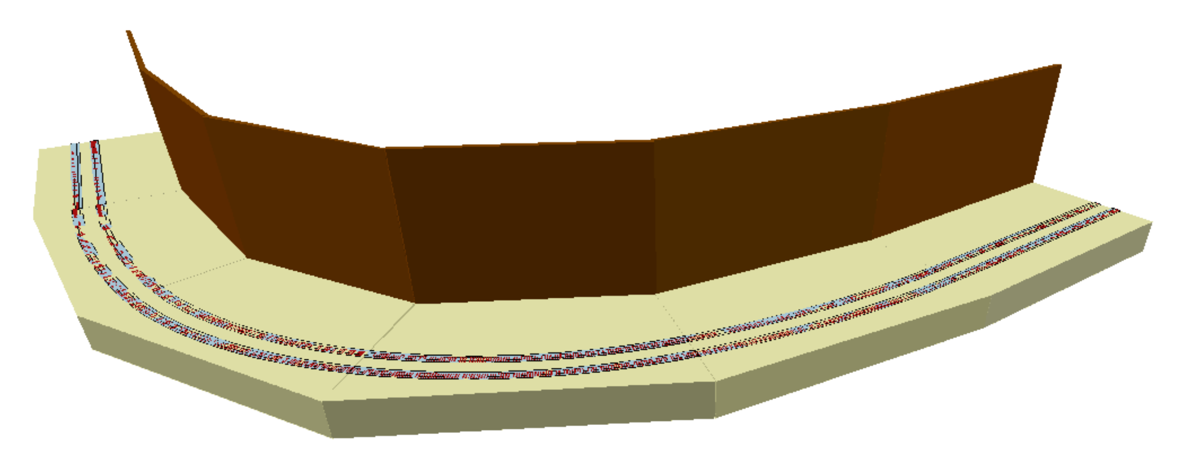


Abb. 16: Bogen-Module von bogenaußen sichtbar

5.3 Bogen-Module von der Bogeninnenseite (konkaven Seite) sichtbar

Ein von bogeninnen sichtbarer Viertelkreis besteht aus:

1. zwei Trapezen mit einem Spitzenwinkel von 15° und einem Radius des äußeren Gleises von 4500 mm (diese werden als „TRAPEZE A“ bezeichnet) und

2. zwei Trapezen mit einem Spitzenwinkel von 30° und einem Radius des äußeren Gleises von 2187 mm, Diese ist „TRAPEZE B“ bezeichnet.

Um einen Viertelkreis zu bilden werden die Module in Reihenfolge A-B-B-A zusammengefügt.

Die Abmessungen dieser Module sind nicht gleich mit denen der von bogenaußen sichtbaren Bogen-Module.

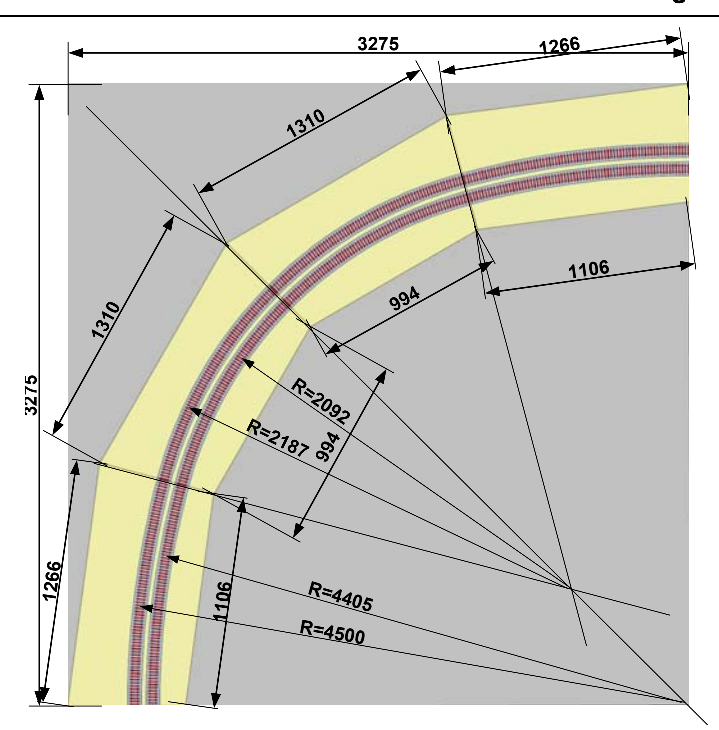


Abb. 17: Bogen-Module von bogeninnen sichtbar

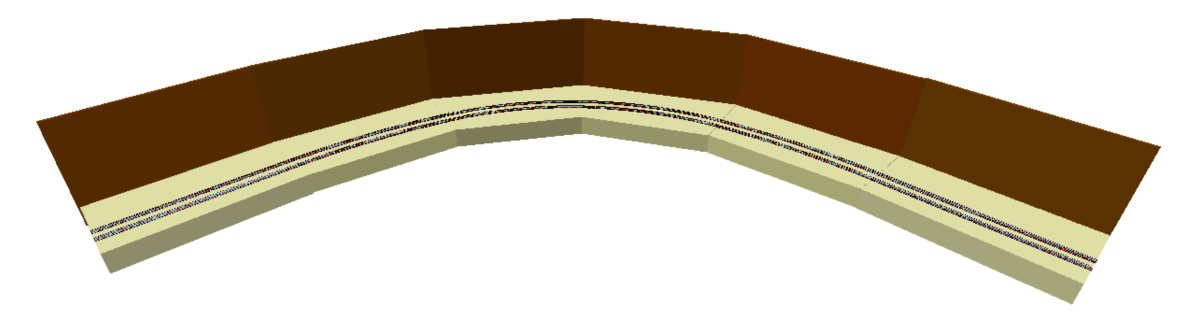


Abb. 18: Bogen-Module von bogeninnen sichtbar

5.4 Universelle Bogen-Module von bogenaußen oder bogeninnen sichtbar

Es ist möglich universelle Bogen-Module zu bauen, die durch eine Umsetzung sowohl als von der Außenseite als auch als von der Innenseite des Bogens sichtbare Module benutzbar sind.

Das Modul besteht aus:

1. einem Haupt-Teilmodul mit den Gleisen und den Schnittstellen „MITTEL“ sowie
2. einem zusätzlichen Teilmodul ohne Gleise, welches in zwei Teile trennbar ist, um seine Länge anpassen zu können.

Diese Module werden mit Winkeln von 15° oder 30° gebaut.

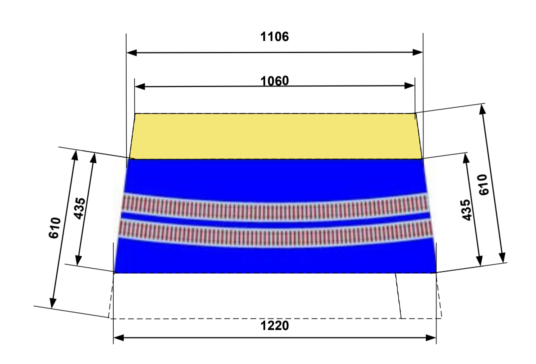


Abb. 19: 15°-Universal-Bogen-Modul von bogenaußen sichtbar

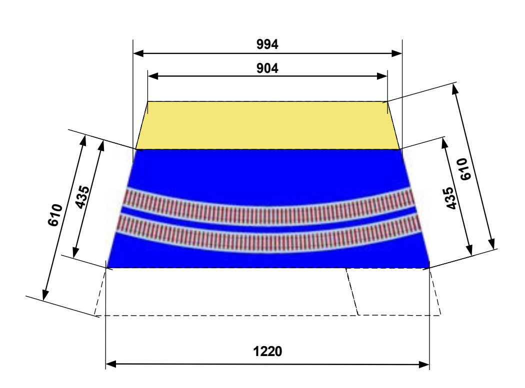


Abb. 21: 30°-Universal-Bogen-Modul von bogenaußen sichtbar

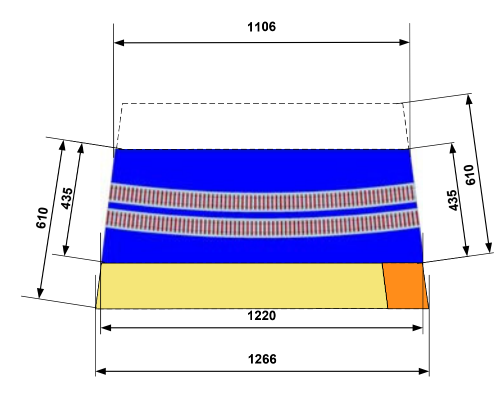


Abb. 20: 15°-Universal-Bogen-Modul von bogeninnen sichtbar

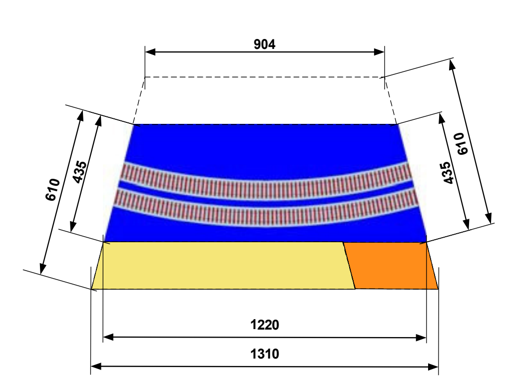


Abb. 22: 30°-Universal-Bogen-Modul von bogeninnen sichtbar

6. Auskünfte



Cercle du Zéro
Internet: www.cercleduzero.fr
E-Mail: pierre.miguel@laposte.net



Fédération Française de Modélisme Ferroviaire
Internet: www.ffmf.fr
E-Mail: president@ffmf.fr

1. Einführung

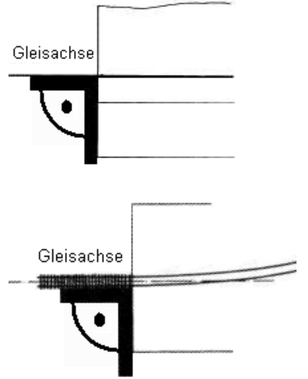
Diese Modulnorm beruht auf dem Modulstandard M24 der Interessengemeinschaft Spur II e.V. und gilt für die Nenngrößen II, IIm und IIe.

Diese Modulnorm gilt nicht für Drei- und Mehrschienengleise.

Toleranzen generell +/- 1 mm, wenn nicht anders angegeben.

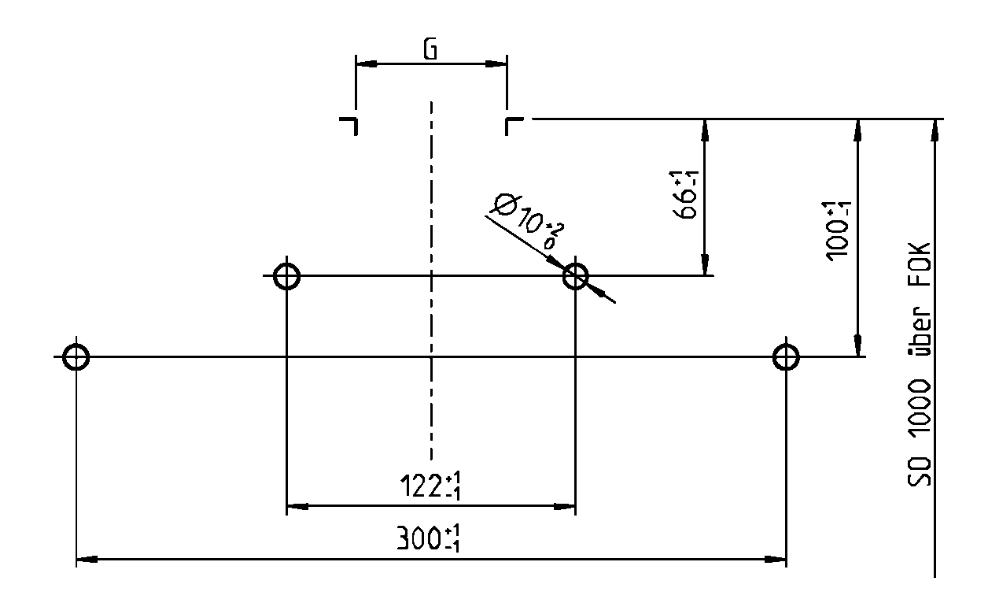
2. Aufbau der Module

- **Schienenoberkante:** 1000 mm über dem Fußboden
- **Gleis:**
  Das Gleis muss bis zum Modulende geführt werden.
  Schienenprofil und Schwellenmaße entsprechen dem Vorbild.
  Die Gleisachse muss am Modulende rechtwinklig und waagerecht zum Übergangsprofil geführt sein.

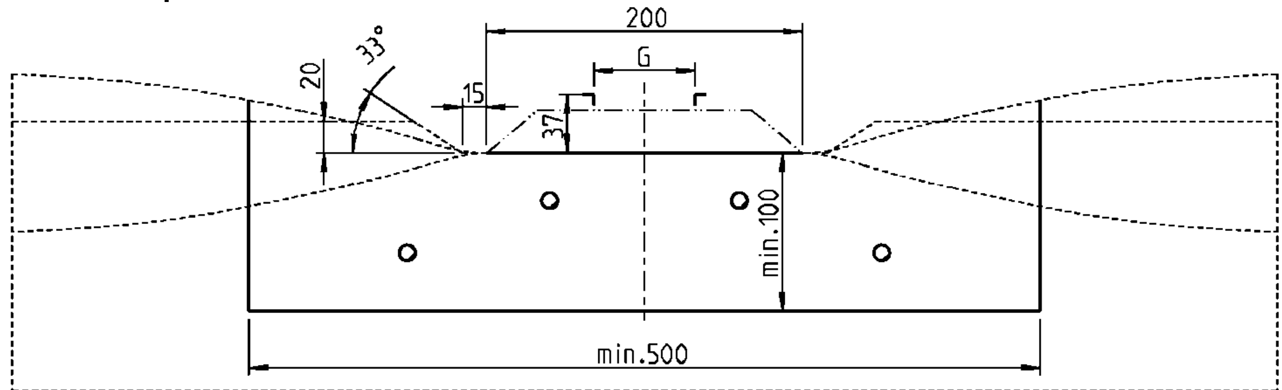




- **Fahrspannung:**
  Spur II: Normfahrspannung 20 V – Steuernennspannung 24 V
  Spur IIm und IIe: Siehe NEM 611
- **kleinste Radien:**
  Spur II: 3000 mm
  Spur IIm: 1175 mm (entspricht LGB R3)
  Spur IIe: 1000 mm
- **Modulverbindung- mechanisch:**
  Bohrungen 10 mm + 2 mm für M8-Schraubverbindungen mit großen Unterlegscheiben.
- **Modulverbindung- elektrisch:**
  Die Verbindung erfolgt mittels Ringösen bzw. U-Scheiben für M8-Schraubverbindung.
  Hierzu sind die Bohrungen bei 122 x 66 mm, von der Gleisachse ausgehend, zu verwenden.
  Der Kabelquerschnitt darf 0,75 mm^2 nicht unterschreiten.



- **Modulköper:**
  Mindestmodulbreite: 500 mm
  Mindesthöhe: 100 mm
  Trassenbrettbreite: 200 mm
  Trassenbrett und Übergangsprofil müssen rechtwinklig zueinander sein.
- **Schienenprofile:** Am Modulende mechanisch fixieren.
- **Füße:** Mindestens 25 mm höhenverstellbar
- **Geländeprofil:**
  Die in den einzelnen Profilen ersichtlichen Varianten können beliebig kombiniert werden.
  z.B. Berg/Berg, Tal/Tal, Berg/Flach
- **Geländeprofil Übersicht:**

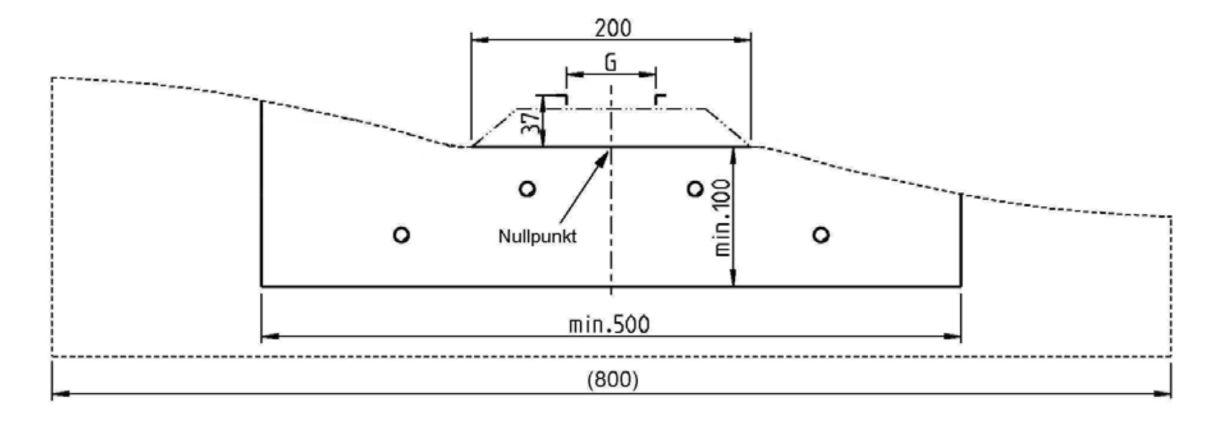


Das Trassenbrett ist 200 mm breit, bei Regelspur identisch mit der Breite des Bahndammes.

Empfehlungen für die Kombination von Modulen unterschiedlicher Standards

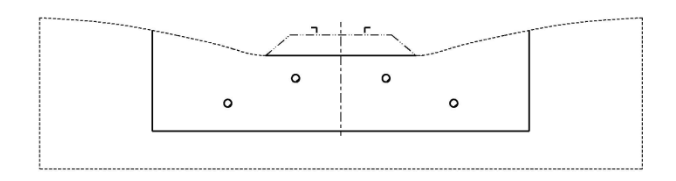
- **Modulverbindung - mechanisch:**
  Die Module nach dieser Norm sind mit Modulen nach dem Standard von Helmut Schmidt (Barsinghausen) und allen weiteren Bauformen kombinierbar. Es wird empfohlen die 10 mm Bohrungen für M8-Schraubverbindungen bei der Position 100 x 300 mm zusätzlich einzubringen.
- **Modulverbindung - elektrisch:**
  Um Module nach dieser Norm mit Modulen nach dem Standard von Helmut Schmidt (Barsinghausen) kombinieren zu können wird empfohlen bei beiden Ausführungen Kabel mit Ringösen bzw. U-Scheiben für M8-Schraubverbindungen zu verwenden. Die Länge der Kabel sollte einen Anschluss mit den Bohrungen bei 100 x 300 mm ermöglichen.

Geländeprofil: **Berg** / **Tal** (entspricht dem Landschaftsprofil nach Helmut Schmidt, Barsinghausen)

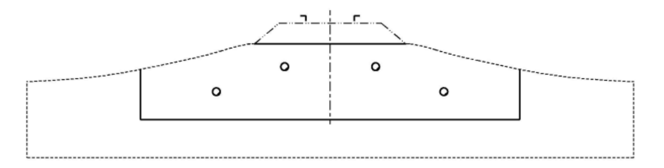


Kontur „Berg“ Nullpunkt bei Gleisachse/Trassenbrett-Oberkante Gleisachse (x-Werte/Breite), Trassenbrett (y-Werte/Höhe)				**Kontur „Tal“** Nullpunkt bei Gleisachse/Trassenbrett Gleisachse (x-Werte/Breite), Trassenbrett (y-Werte/Höhe)			
x	**y**	**x**	**y**	**x**	**y**	**x**	**y**
0	0	250	33	0	0	250	-33
100	0	300	42	100	0	300	-42
150	11	350	47	150	-11	350	-47
200	23	400	50	200	-23	400	-50

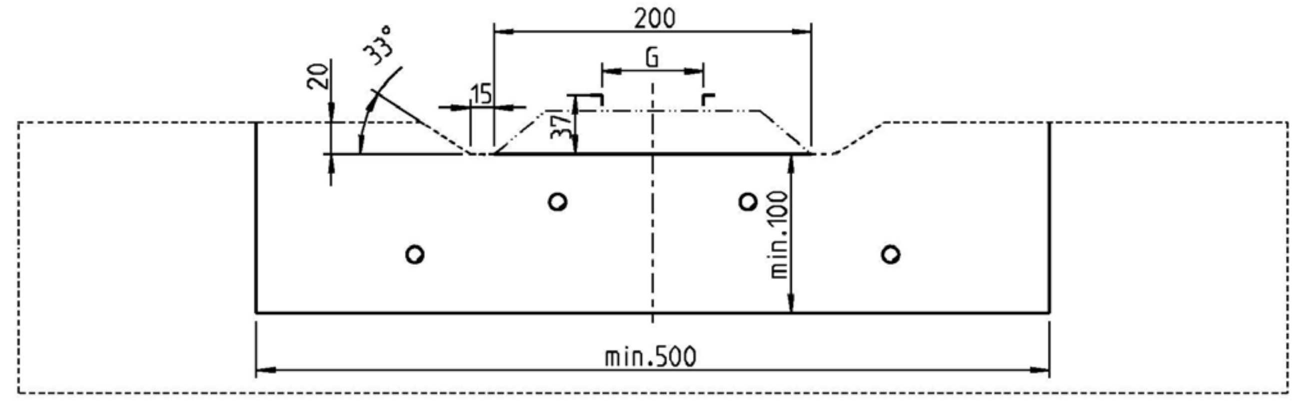
Geländeprofil: **Berg / Berg**



Geländeprofil: **Tal / Tal**



Geländeprofil: **Flach mit Wassergraben**



3. Auskünfte

Interessengemeinschaft Spur II e.V.
Internet: www.spur-II.de E-Mail: standard@spur-II.de



Ausgabe 5 • www.chrisphotos.at
Ausgabe 6 • www.chrisphotos.at
RAILS
Das kostenlose Magazin für den Eisenbahn-Fan
Hobby mit Suchtfaktor
EISENBAHN
• Fotos & Fahrkarten
• Postkarten & Briefmarken
• Zuglaufschilder
LINKS ZU
GRATIS-DOWNLOADS
für den Train Simulator in dieser Ausgabe